

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl<sup>7</sup>

H03M 7/30

H03M 7/36 H04N 7/30

H04N 7/32 H04N 1/41

# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 01801987.0

[43] 公开日 2003 年 1 月 1 日

[11] 公开号 CN 1389019A

[22] 申请日 2001.5.9 [21] 申请号 01801987.0

[30] 优先权

[32] 2000.5.9 [33] JP [31] 135356/00

[32] 2000.5.9 [33] JP [31] 135357/00

[86] 国际申请 PCT/JP01/03873 2001.5.9

[87] 国际公布 W001/86820 日 2001.11.15

[85] 进入国家阶段日期 2002.3.8

[71] 申请人 索尼公司

地址 日本东京都

[72] 发明人 近藤哲二郎 浜松俊彦 中屋秀雄

西片丈晴 大塚秀树 国弘威

森藤孝文

内田真史

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

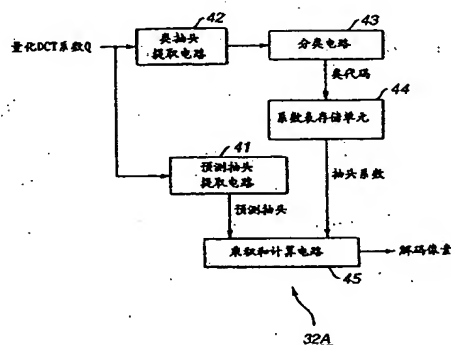
代理人 马莹 邵亚丽

权利要求书 20 页 说明书 99 页 附图 91 页

[54] 发明名称 数据处理装置和方法以及记录介质

[57] 摘要

JPEG 编码数据经过熵解码,成为提供给预测抽头提取电路(41)和类抽头提取电路(42)的量化 DCT 系数。预测抽头提取电路(41)和类抽头提取电路(42)从这些量化 DCT 系数中提取所需的量化 DCT 系数,以产生预测抽头和类抽头。分类电路(43)根据类抽头执行分类。系数表存储单元(44)将与通过分类确定的类对应的抽头系数提供给乘积和操作电路(45)。乘积和操作电路(45)通过使用抽头系数和类抽头执行线性预测操作,以产生解码图像数据。



BEST AVAILABLE COPY

知识产权出版社出版

ISSN 1008-4274

1. 一种数据处理装置，用于对通过正交或频率变换获得的所转换数据进行处理，包括：

- 5        获取装置，用于获取通过学习得到的抽头系数；和  
      解码装置，用于通过使用所述抽头系数和所述所转换数据的预设预测计算，将所述所转换数据解码为原始数据。

2. 如权利要求1所述的数据处理装置，其中，所述解码装置使用所述抽头系数和所转换数据执行线性预测计算，以将所转换数据解码为原始数据。  
10        据。

3. 如权利要求1所述的数据处理装置，进一步包括：  
      存储装置，用于存储所述抽头系数；  
      所述获取装置从所述存储装置获取所述抽头系数。

4. 如权利要求1所述的数据处理装置，其中，通过对所述原始数据进行正交或频率变换然后量化获得所述所转换数据。  
15        行正交或频率变换然后量化获得所述所转换数据。

5. 如权利要求4所述的数据处理装置，进一步包括：  
      逆量化装置，用于对所述所转换数据进行逆量化；  
      所述解码装置将经过逆量化的所转换数据解码为所述原始数据。

6. 如权利要求1所述的数据处理装置，其中，所述所转换数据为至少经过离散余弦变换的所述原始数据。  
20        经过离散余弦变换的所述原始数据。

7. 如权利要求1所述的数据处理装置，进一步包括：  
      预测抽头提取装置，用于提取与所述抽头系数一起用来预测所述原始数据中的感兴趣数据的所述所转换数据，并且作为预测抽头输出该数据；  
      所述解码装置使用所述预测抽头和抽头系数执行预测计算。

8. 如权利要求7所述的数据处理装置，进一步包括：  
      类抽头提取装置，用于提取用来将所述感兴趣数据分配给多个类中的一个的所述所转换数据，并且作为类抽头输出该数据；和  
      分类装置，用于根据所述类抽头，得到所述感兴趣数据的类；  
      所述解码装置使用所述预测抽头和与所述感兴趣数据的类对应的所述抽头系数，执行预测计算。  
25        类抽头提取装置，用于提取用来将所述感兴趣数据分配给多个类中的一个的所述所转换数据，并且作为类抽头输出该数据；和  
30        头系数，执行预测计算。

9. 如权利要求1所述的数据处理装置，其中，所述所转换数据为逐预

设单元至少进行正交变换或频率变换的所述原始数据；

所述解码装置将所述所转换数据，逐个预设单元解码为所述原始数据。

10. 如权利要求1所述的数据处理装置，其中，通过学习获得所述抽头系数，从而在统计上最小化通过使用所述抽头系数和所述所转换数据的预设  
5 预测计算获得的所述原始数据的预测值的预测误差。

11. 如权利要求1所述的数据处理装置，其中，所述原始数据为运动图像数据或静止数据。

12. 一种数据处理方法，用于对通过正交或频率变换获得的所转换数据进行处理，包括如下步骤：

- 10 获取通过学习得到的抽头系数；和

通过使用所述抽头系数和所述所转换数据的预设预测计算，将所述所转换数据解码为原始数据。

13. 一种记录介质，其中记录有一个让计算机执行对至少通过正交或频率变换获得的所转换数据进行处理的数据处理的程序，所述程序包括如下步  
15 骤：

获取通过学习得到的抽头系数；和

通过使用所述抽头系数和所述所转换数据的预设预测计算，将所述所转换数据解码为原始数据。

14. 一种数据处理装置，用于学习用来通过预测计算对至少通过正交或  
20 频率变换获得的所转换数据进行解码的抽头系数，包括：

生成装置，用于通过至少对作为老师的老师数据进行正交或频率变换，生成作为学生的学生数据；和

- 学习装置，用于实现学习，从而通过使用所述抽头系数和学生数据的预测计算获得的对所述老师数据的预测值的预测误差将在统计上最小，以得到  
25 所述抽头系数。

15. 如权利要求14所述的数据处理装置，其中，所述学习装置执行学习，从而通过使用所述抽头系数和学生数据的线性预测计算获得的对所述老师数据的预测值的预测误差将在统计上最小。

16. 如权利要求14所述的数据处理装置，其中，所述生成装置通过首先对老师数据进行正交或频率变换，然后进行量化，生成所述学生数据。  
30

17. 如权利要求14所述的数据处理装置，其中，所述生成装置通过首

先对老师数据进行正交或频率变换，然后顺序进行量化和逆量化，生成所述学生数据。

18. 如权利要求 14 所述的数据处理装置，其中，所述生成装置至少通过对老师数据进行离散余弦变换，生成所述学生数据。

5        19. 如权利要求 14 所述的数据处理装置，进一步包括：

预测抽头提取装置，用于提取与所述抽头系数一起用来预测所述老师数据中的感兴趣老师数据的所述学生数据，并且作为预测抽头输出所提取的学生数据；

10        所述学习装置执行学习，从而通过使用所述预测抽头和抽头系数的线性预测计算获得的所述老师数据的预测值的预测误差将在统计上最小。

20. 如权利要求 19 所述的数据处理装置，进一步包括：

类抽头提取装置，用于提取用来将所述感兴趣老师数据分配给多个类中的一个的所述学生数据，并且作为类抽头输出该数据；和

分类装置，用于根据所述类抽头，得到所述感兴趣老师数据的类；

15        所述学习装置实现学习，从而通过使用所述预测抽头和所述抽头系数的预测计算获得的所述老师数据的预测值的预测误差将在统计上最小，以得到基于类的所述抽头系数。

21. 如权利要求 14 所述的数据处理装置，其中，所述生成装置逐所述预设单元，至少执行正交变换或频率变换，以生成所述学生数据。

20        22. 如权利要求 14 所述的数据处理装置，其中，所述老师数据为运动图像或静止图像。

23. 一种数据处理方法，用于学习用来通过预测计算对至少通过正交或频率变换获得的所转换数据进行解码的抽头系数，包括如下步骤：

25        通过至少对作为老师的老师数据进行正交或频率变换，生成作为学生的学生数据；和

实现学习，从而通过使用所述抽头系数和学生数据的预测计算获得的对所述老师数据的预测值的预测误差将在统计上最小，以得到所述抽头系数。

24. 一种记录介质，其中记录有一个让计算机执行对至少通过正交或频率变换获得的所转换数据进行处理的数据处理的程序，所述程序包括如下步骤：

30

通过至少对作为老师的老师数据进行正交或频率变换，生成作为学生的



学生数据；和

实现学习，从而通过使用所述抽头系数和学生数据的预测计算获得的对所述老师数据的预测值的预测误差将在统计上最小，以得到所述抽头系数。

25. 一种数据处理装置，用于对通过正交或频率变换获得的所转换数据  
5 进行处理，包括：

获取装置，用于获取通过学习得到的抽头系数；和

计算装置，用于使用所述抽头系数和所转换数据，执行预设预测计算，以将所述所转换数据解码为原始数据，并且产生是经过预设处理的所述原始数据的处理数据。

10 26. 如权利要求 25 所述的数据处理装置，其中，所述计算装置使用所述抽头系数和所转换数据执行线性预测计算。

27. 如权利要求 25 所述的数据处理装置，进一步包括：

存储装置，用于存储所述抽头系数；

所述获取装置从所述存储装置获取所述抽头系数。

15 28. 如权利要求 25 所述的数据处理装置，其中，通过对所述原始数据进行正交或频率变换然后进一步量化获得所述所转换数据。

29. 如权利要求 28 所述的数据处理装置，进一步包括：

逆量化装置，用于对所述所转换数据进行逆量化；

所述计算装置使用经过逆量化的所转换数据执行预测计算。

20 30. 如权利要求 25 所述的数据处理装置，其中，通过至少对所述原始数据进行离散余弦变换，获得所述所转换数据。

31. 如权利要求 25 所述的数据处理装置，进一步包括：

预测抽头提取装置，用于在所述所处理数据中提取与所述抽头系数一起用来预测感兴趣数据的所述所转换数据，并且作为预测抽头输出所提取数  
25 据；

所述计算装置使用所述预测抽头和抽头系数执行预测计算。

32. 如权利要求 31 所述的数据处理装置，进一步包括：

类抽头提取装置，用于提取用来将所述感兴趣数据分配给多个类中的一个的所述所转换数据，并且作为类抽头输出该数据；和

30 分类装置，用于通过分类根据所述类抽头，得到所述感兴趣数据的类；

所述计算装置使用所述预测抽头和与感兴趣数据的类对应的抽头系数，

执行预测计算。

33. 如权利要求 25 所述的数据处理装置, 其中, 所述计算装置执行所述预设预测计算, 以产生所述所处理数据, 它是为改善数据质量而经过处理的所述原始数据。

- 5        34. 如权利要求 25 所述的数据处理装置, 其中, 通过实现使用所述抽头系数和所转换数据的学习获得所述抽头系数, 从而通过执行预设预测计算获得的对所处理数据的预测值的预测误差将在统计上最小。

35. 如权利要求 25 所述的数据处理装置, 其中, 所述原始数据为运动图像或静止图像。

- 10       36. 如权利要求 35 所述的数据处理装置, 其中, 所述计算装置执行所述预设预测计算, 以产生所述所处理数据, 它是为改善数据质量而经过处理的所述原始数据。

37. 如权利要求 35 所述的数据处理装置, 其中, 所述计算装置产生所述所处理数据, 它是经过时域或空域分辨率改善的所述图像数据。

- 15       38. 一种数据处理方法, 用于对至少通过正交或频率变换获得的所转换数据进行处理, 包括如下步骤:

获取通过学习得到的抽头系数; 和

使用所述抽头系数和所转换数据, 执行预设预测计算, 以将所述所转换数据解码为原始数据, 并且产生所述原始数据经过预设处理的所处理数据。

- 20       39. 一种记录介质, 其中记录有一个让计算机执行对至少通过正交或频率变换获得的所转换数据进行处理的数据处理的程序, 所述程序包括如下步骤:

获取通过学习得到的抽头系数; 和

- 25       使用所述抽头系数和所转换数据, 执行预设预测计算, 以将所述所转换数据解码为原始数据, 并且产生是经过预设处理的所述原始数据的所处理数据。

40. 一种数据处理装置, 用于对至少通过正交或频率变换获得的所转换数据进行解码, 并且学习用于以预设方式处理解码结果的预测计算中所使用的抽头系数, 包括:

- 30       准老师数据生成装置, 用于根据所述预设处理对作为老师的老师数据进行处理, 以产生准老师数据;

学生数据生成装置，用于通过至少对所述准老师数据进行正交或频率变换，生成作为学生的学生数据；和

学习装置，用于实现学习，以在统计上最小化通过使用所述抽头系数和学生数据的预测计算获得的所述老师数据的预测值的预测误差，得到所述抽头系数。

41. 如权利要求 40 所述的数据处理装置，其中，所述学习装置实现学习，从而通过使用所述抽头系数和学生数据执行线性预测计算获得的对所述老师数据的预测值的预测误差将在统计上最小。

42. 如权利要求 40 所述的数据处理装置，其中，所述学生数据生成装置通过对所述准老师数据进行正交或频率变换，并且进一步进行量化，生成所述学生数据。

43. 如权利要求 40 所述的数据处理装置，其中，所述学习装置通过对所述准老师数据进行正交或频率变换，量化和进一步的逆量化，生成所述学生数据。

44. 如权利要求 40 所述的数据处理装置，其中，所述学生数据生成装置至少通过对所述准老师数据进行离散余弦变换，生成所述学生数据。

45. 如权利要求 40 所述的数据处理装置，进一步包括：

预测抽头提取装置，用于提取与抽头系数一起用来预测所述老师数据中的感兴趣老师数据的所述学生数据，并且作为类抽头输出所提取的数据；

所述学习装置，实现学习，从而通过使用所述预测抽头和抽头系数执行线性预测计算获得的所述老师数据的预测值的预测误差将在统计上最小。

46. 如权利要求 45 所述的数据处理装置，包括：

类抽头提取装置，用于提取用来通过分类将所述感兴趣老师数据分配给多个类中的一个的所述学生数据，并且作为类抽头输出所提取数据；和

分类装置，用于通过分类根据所述类抽头，得到所述感兴趣老师数据的类；

所述学习装置，实现学习，从而通过使用所述预测抽头和与所述感兴趣老师数据的类对应的抽头系数执行预测计算获得的对所述老师数据的预测值的预测误差将在统计上最小，以得到基于类的抽头系数。

47. 如权利要求 40 所述的数据处理装置，其中，所述学生数据生成装置逐预设单元，对所述准老师数据至少进行正交变换或频率变换，以生成所

述学生数据。

48. 如权利要求 40 所述的数据处理装置, 其中, 所述准老师数据生成装置通过以劣化图像质量的方式对所述老师数据进行处理, 生成所述准老师数据。

5      49. 如权利要求 40 所述的数据处理装置, 其中, 所述老师数据为运动图像或静止图像。

50. 如权利要求 49 所述的数据处理装置, 其中, 所述准老师数据生成装置通过以劣化图像质量的方式对所述图像数据进行处理, 生成所述准老师数据。

10      51. 如权利要求 49 所述的数据处理装置, 其中, 所述准老师数据生成装置生成所述准老师数据, 它是所述图像数据的时域或空域分辨率被劣化的所述图像数据。

52. 一种数据处理方法, 用于对至少通过实现正交或频率变换获得的所转换数据进行解码, 并且学习用于以预设方式处理解码结果的预测计算中所使用的抽头系数, 包括如下步骤:

15      根据所述预设处理对作为老师的老师数据进行处理, 以产生准老师数据;

通过至少对所述准老师数据进行正交或频率变换, 生成作为学生的学生数据; 和

20      实现学习, 以在统计上最小化通过使用所述抽头系数和学生数据的预测计算获得的所述老师数据的预测值的预测误差, 得到所述抽头系数。

53. 一种记录介质, 其中记录有一个让计算机执行对至少通过实现正交或频率变换获得的所转换数据进行解码, 并且学习用于以预设方式处理解码结果的预测计算中所使用的抽头系数的数据处理的程序, 所述程序包括如下步骤:

25      根据所述预设处理对作为老师的老师数据进行处理, 以产生准老师数据;

通过至少对所述准老师数据进行正交或频率变换, 生成作为学生的学生数据; 和

30      实现学习, 以在统计上最小化通过使用所述抽头系数和学生数据的预测计算获得的对所述老师数据的预测值的预测误差, 得到所述抽头系数。

54. 一种数据处理装置, 用于对包括至少通过正交或频率变换获得的所转换数据和预设辅助信息的编码数据进行处理, 并且将所述所转换数据解码为原始数据, 包括:

5 分类装置, 用于通过分类, 根据所述辅助信息将原始数据中的感兴趣数据分配给多个类中的一个;

获取装置, 用于在通过学习得到的、基于类的抽头系数中获取与所述感兴趣数据的类相关联的抽头系数; 和

解码装置, 用于使用所转换数据和与所述感兴趣数据的类相关联的所述抽头系数, 执行预设预测计算, 以将所述所转换数据解码为原始数据。

10 55. 如权利要求 54 所述的数据处理装置, 其中, 所述解码装置使用所述所转换数据和抽头系数执行线性预测计算, 以将所述所转换数据解码为原始数据。

56. 如权利要求 54 所述的数据处理装置, 进一步包括:

存储装置, 用于存储所述基于类的抽头系数;

15 所述获取装置从所述存储装置获取与所述感兴趣数据相关联的抽头系数。

57. 如权利要求 54 所述的数据处理装置, 其中, 通过对所述原始数据进行正交或频率变换和进一步的量化获得所述所转换数据。

58. 如权利要求 57 所述的数据处理装置, 进一步包括:

20 逆量化装置, 用于对所述所转换数据进行逆量化;

所述解码装置将所述经过逆量化的所转换数据解码为所述原始数据。

59. 如权利要求 57 所述的数据处理装置, 其中, 所述辅助信息是对所述原始数据进行量化时所使用的量化表。

25 60. 如权利要求 54 所述的数据处理装置, 其中, 所述所转换数据为至少经过离散余弦变换的所述原始数据。

61. 如权利要求 54 所述的数据处理装置, 进一步包括:

预测抽头提取装置, 用于提取与所述抽头系数一起用来预测所述感兴趣数据的所述所转换数据, 并且作为预测抽头输出所提取数据;

所述解码装置使用所述预测抽头和抽头系数执行预测计算。

30 62. 如权利要求 54 所述的数据处理装置, 进一步包括:

类抽头提取装置, 用于提取用来将所述感兴趣数据分配给多个类中的一

个的所述所转换数据，以作为类抽头输出所提取数据；

所述分类装置根据所述辅助信息和类抽头，得到所述感兴趣数据的类。

63. 如权利要求 54 所述的数据处理装置，其中，所述所转换数据为逐个预设单元至少进行正交变换或频率变换的所述原始数据；

5      所述解码装置将所述所转换数据，逐个预设单元解码为所述所转换数据。

64. 如权利要求 54 所述的数据处理装置，其中，通过实现使用所述抽头系数和所转换数据的学习获得所述抽头系数，从而通过预设预测计算获得的对所述原始数据的预测值的预测误差将在统计上最小。

10      65. 如权利要求 54 所述的数据处理装置，其中，所述原始数据为运动图像或静止图像数据。

66. 一种数据处理方法，用于对包括至少通过正交或频率变换获得的所转换数据和预设辅助信息的编码数据进行处理，并且将所述所转换数据解码为原始数据，包括如下步骤：

15      通过分类，根据所述辅助信息将原始数据中的感兴趣数据分配给多个类中的一个；

在通过学习得到的、基于类的抽头系数中获取与所述感兴趣数据的类相关联的抽头系数；和

20      使用所转换数据和与所述感兴趣数据的类相关联的所述抽头系数，执行预设预测计算，以将所述所转换数据解码为原始数据。

67. 一种记录介质，其中记录有一个让计算机执行对包括至少通过正交或频率变换获得的所转换数据和预设辅助信息的编码数据进行处理，并且将所述所转换数据解码为原始数据的数据处理的程序，所述程序包括如下步骤：

25      通过分类，根据所述辅助信息将原始数据中的感兴趣数据分配给多个类中的一个；

在通过学习得到的、基于类的抽头系数中获取与所述感兴趣数据的类相关联的抽头系数；和

30      使用所转换数据和与所述感兴趣数据的类相关联的所述抽头系数，执行预设预测计算，以将所述所转换数据解码为原始数据。

68. 一种数据处理装置，用于学习用来通过预测计算对至少通过正交或

频率变换获得的所转换数据进行解码的抽头系数, 包括:

生成装置, 用于至少通过对作为老师的老师数据进行正交或频率变换, 生成作为学生的学生数据;

- 5 分类装置, 用于根据在所述生成装置中生成所述学生数据时使用的预设辅助信息, 将所述老师数据中的感兴趣老师数据分配给多个类中的一个; 和学习装置, 用于实现学习, 从而通过使用与所述感兴趣老师数据的类对应的抽头系数和学生数据的预测计算获得的对所述老师数据的预测值的预测误差将在统计上最小, 以得到基于类的抽头系数。

- 10 69. 如权利要求 68 所述的数据处理装置, 其中, 所述学习装置实现学习, 从而通过使用所述抽头系数和学生数据的线性预测计算获得的对所述老师数据的预测值的预测误差将在统计上最小。

70. 如权利要求 68 所述的数据处理装置, 其中, 所述生成装置通过对所述老师数据进行正交或频率变换, 并且对所转换的老师数据进一步进行量化, 生成所述学生数据。

- 15 71. 如权利要求 70 所述的数据处理装置, 其中, 所述辅助信息是对所述老师数据进行量化时所使用的量化表。

72. 如权利要求 68 所述的数据处理装置, 其中, 所述生成装置通过对所述老师数据进行正交或频率变换, 然后对该数据进行进一步的量化和逆量化, 生成所述学生数据。

- 20 73. 如权利要求 68 所述的数据处理装置, 其中, 所述生成装置至少通过对所述老师数据进行离散余弦变换, 生成所述学生数据。

74. 如权利要求 68 所述的数据处理装置, 进一步包括:

预测抽头提取装置, 用于提取与所述抽头系数一起用来预测所述感兴趣老师数据的所述学生数据, 并且作为预测抽头输出所提取数据;

- 25 所述学习装置, 实现学习, 从而通过使用所述预测抽头和学生数据的线性预测计算获得的所述老师数据的预测值的预测误差将在统计上最小。

75. 如权利要求 68 所述的数据处理装置, 进一步包括:

类抽头提取装置, 用于提取用来通过分类将所述感兴趣老师数据分配给多个类中的一个的所述学生数据, 并且作为类抽头输出所提取数据;

- 30 所述分类装置根据所述辅助信息和所述类抽头, 得到所述感兴趣老师数据的类。

76. 如权利要求 68 所述的数据处理装置, 其中, 所述生成装置至少通过逐个预设单元对所述老师数据进行正交变换或频率变换, 生成所述学生数据。

5 77. 如权利要求 68 所述的数据处理装置, 其中, 所述老师数据为运动图像或静止图像。

78. 一种数据处理方法, 用于学习用来通过预测计算对至少通过正交或频率变换获得的所转换数据进行解码的抽头系数, 包括如下步骤:

至少通过对作为老师的老师数据进行正交或频率变换, 生成作为学生的学生数据;

10 根据在所述生成装置中生成所述学生数据时使用的预设辅助信息, 将所述老师数据中的感兴趣老师数据分配给多个类中的一个; 和

实现学习, 从而通过使用与所述感兴趣老师数据的类对应的抽头系数和学生数据的预测计算获得的对所述老师数据的预测值的预测误差将在统计上最小, 以得到基于类的抽头系数。

15 79. 一种记录介质, 其中记录有一个让计算机执行学习抽头系数的数据处理的程序, 该抽头系数用来通过预测计算对至少通过正交或频率变换获得的所转换数据进行解码, 所述程序包括如下步骤:

至少通过对作为老师的老师数据进行正交或频率变换, 生成作为学生的学生数据;

20 根据在所述生成装置中生成所述学生数据时使用的预设辅助信息, 将所述老师数据中的感兴趣老师数据分配给多个类中的一个; 和

实现学习, 从而通过使用与所述感兴趣老师数据的类对应的抽头系数和学生数据的预测计算获得的对所述老师数据的预测值的预测误差将在统计上最小, 以得到基于类的抽头系数。

25 80. 一种数据处理装置, 用于从通过以预设块为单位至少对数据进行正交或频率变换获得的以所述预设块为单位的所转换数据, 得到对所转换数据以所需方式进行处理在所处理数据的预测值, 包括:

获取装置, 用于获取通过学习得到的抽头系数;

30 类抽头提取装置, 用于通过分类, 至少从不同于与感兴趣的所处理数据相关联的块的块, 提取用于将感兴趣的所处理数据分配给多个类中的一个的所述所转换数据中的这种数据, 并且作为类抽头输出所提取的数据;



分类装置,用于根据所述类抽头得到感兴趣的所处理数据的类;和  
计算装置,用于使用所述感兴趣的所处理数据的类的所述抽头系数和所述所转换数据中的所述数据,执行预设预测计算,以得到所述感兴趣所处理数据的预测值。

- 5        81. 如权利要求 80 所述的数据处理装置,其中,所述计算装置使用所述抽头系数和所转换数据实现线性预测计算。

82. 如权利要求 80 所述的数据处理装置,进一步包括:

存储装置,用于存储所述抽头系数;

所述获取装置从所述存储装置获取所述抽头系数。

- 10       83. 如权利要求 80 所述的数据处理装置,其中,所述所转换数据为至少经过离散余弦变换的所述数据。

84. 如权利要求 83 所述的数据处理装置,其中,所述分类装置根据经过离散余弦变换的数据的 DC 或 AC 分量的功率,得到所述感兴趣所处理数据的类,所述经过离散余弦变换的数据是作为所述类抽头的所述所转换数

- 15       据。

85. 如权利要求 80 所述的数据处理装置,其中,所述类抽头提取装置从相邻于与感兴趣所处理数据相关联的块的块提取所述所转换数据作为所述类抽头。

- 20       86. 如权利要求 80 所述的数据处理装置,其中,所述类抽头提取装置甚至从对应于感兴趣所处理数据的块提取所述所转换数据作为所述类抽头。

87. 如权利要求 80 所述的数据处理装置,其中,通过实现学习获得所述抽头系数,从而通过使用所述抽头系数和所转换数据的预设预测计算获得的预测值的预测误差将在统计上最小。

- 25       88. 如权利要求 80 所述的数据处理装置,其中,所述数据为运动图像或静止图像的图像数据。

89. 一种数据处理方法,用于从通过以预设块为单位至少对数据进行正交或频率变换获得的以所述预设块为单位的所转换数据,得到对所转换数据以所需方式进行处理在所处理数据的预测值,包括如下步骤:

获取通过学习得到的抽头系数;

- 30       通过分类,至少从不同于与感兴趣的所处理数据相关联的块的块,提取用于将感兴趣的所处理数据分配给多个类中的一个的所述所转换数据中的这

种数据, 并且作为类抽头输出所提取的数据;

根据所述类抽头得到感兴趣的所处理数据的类; 和

使用所述感兴趣的所处理数据的类的所述抽头系数, 执行预设预测计算, 以得到所述感兴趣所处理数据的预测值。

- 5        90. 一种记录介质, 其中记录有一个让计算机执行从通过以预设块为单位至少对数据进行正交或频率变换获得的以所述预设块为单位的所转换数据, 得到对所转换数据以所需方式进行处理在所处理数据的预测值的数据处理的程序, 所述程序包括如下步骤:

获取通过学习得到的抽头系数;

- 10        通过分类, 至少从不同于与感兴趣的所处理数据相关联的块的块, 提取用于将感兴趣的所处理数据分配给多个类中的一个的所述所转换数据中的这种数据, 并且作为类抽头输出所提取的数据;

根据所述类抽头得到感兴趣的所处理数据的类; 和

- 15        使用所述感兴趣的所处理数据的类的所述抽头系数, 执行预设预测计算, 以得到所述感兴趣所处理数据的预测值。

91. 一种数据处理装置, 用于从通过以预设块为单位至少对数据进行正交或频率变换获得的以所述预设块为单位的所转换数据, 学习用来通过预测计算得到对所转换数据以所需方式进行处理在所处理数据的抽头系数, 包括:

- 20        生成装置, 用于生成作为学习时当学生的学生数据的所述基于块的所转换数据;

类抽头提取装置, 用于, 以所述所处理数据作为学习时当老师的老师数据, 至少从与对应于感兴趣老师数据的块不同的块, 提取用于将所述感兴趣老师数据分配给多个类中的一个的学生数据, 并且作为类抽头输出所提取数据;

- 25        分类装置, 用于根据所述类抽头得到所述感兴趣老师数据的类; 和  
学习装置, 用于实现学习, 从而通过使用所述基于类的抽头系数和学生数据的预测计算获得的对所述老师数据的预测值的预测误差将在统计上最小, 以逐类得到所述抽头系数。

- 30        92. 如权利要求 91 所述的数据处理装置, 其中, 所述学习装置实现学习, 从而通过使用所述抽头系数和学生数据的线性预测计算获得的所述老师

数据的预测值的预测误差将在统计上最小。

93. 如权利要求 91 所述的数据处理装置, 其中, 所述生成装置至少通过对所述数据进行离散余弦变换, 生成所述学生数据。

94. 如权利要求 93 所述的数据处理装置, 其中, 所述分类装置根据经过离散余弦变换的数据的 DC 或 AC 分量的功率, 得到所述感兴趣老师数据的类, 所述经过离散余弦变换的数据是作为所述类抽头的所述所转换数据。

95. 如权利要求 91 所述的数据处理装置, 其中, 所述类抽头提取装置从相邻于与感兴趣老师数据相关联的块的块提取所述学生数据作为所述类抽头。

96. 如权利要求 91 所述的数据处理装置, 其中, 所述类抽头提取装置甚至从对应于感兴趣老师数据的块提取所述学生数据作为所述类抽头。

97. 如权利要求 91 所述的数据处理装置, 其中, 所述数据为运动图像或静止图像的图像数据。

98. 一种数据处理方法, 用于从通过以预设块为单位至少对数据进行正交或频率变换获得的以所述预设块为单位的所转换数据, 学习用来通过预测计算得到对所述所转换数据以所需方式进行处理在所处理数据的抽头系数, 包括如下步骤:

生成作为学习时当学生的学生数据的所述基于块的所转换数据;

以所述所处理数据作为学习时当老师的老师数据, 至少从与对应于感兴趣老师数据的块不同的块, 提取用于将所述感兴趣老师数据分配给多个类中的一个的学生数据, 并且作为类抽头输出所提取数据;

根据所述类抽头得到所述感兴趣老师数据的类; 和

实现学习, 从而通过使用所述基于类的抽头系数和学生数据的预测计算获得的所述老师数据的预测值的预测误差将在统计上最小, 以逐类得到所述抽头系数。

99. 一种记录介质, 其中记录有一个让计算机执行从通过以预设块为单位至少对数据进行正交或频率变换获得的以所述预设块为单位的所转换数据, 学习抽头系数的数据处理的程序, 该抽头系数用来通过预测计算得到对所述所转换数据以所需方式进行处理在所处理数据, 所述程序包括如下步骤:

生成作为学习时当学生的学生数据的所述基于块的所转换数据;

以所述所处理数据作为学习时当老师的老师数据,至少从与对应于感兴趣老师数据的块不同的块,提取用于将所述感兴趣老师数据分配给多个类中的一个的学生数据,并且作为类抽头输出所提取数据;

根据所述类抽头得到所述感兴趣老师数据的类;和

- 5 实现学习,从而通过使用所述基于类的抽头系数和学生数据的预测计算获得的对所述老师数据的预测值的预测误差将在统计上最小,以逐类得到所述抽头系数。

100. 一种数据处理装置,用于对通过以预设块为单位对数据至少应用正交变换或频率变换获得的基于块的所转换数据进行处理,包括:

- 10 获取装置,用于获取通过学习得到的抽头系数;

预测抽头提取装置,用于至少从与不同于感兴趣数据块的数据块对应的作为所转换数据块的所转换块,提取用于对其中每个块为所述数据块的数据块中感兴趣数据块的数据进行解码的预测计算中所使用的所述所转换数据,以作为预测抽头输出所提取数据;和

- 15 计算装置,用于使用所述抽头系数和预测抽头,执行预设预测计算,以将所转换数据解码为原始数据。

101. 如权利要求 100 所述的数据处理装置,其中,所述计算装置使用所述抽头系数和预测抽头执行线性预测计算,以将所述所转换数据解码为原始数据。

- 20 102. 如权利要求 100 所述的数据处理装置,进一步包括:

存储装置,用于存储所述抽头系数;

所述获取装置从所述存储装置获取所述抽头系数。

103. 如权利要求 100 所述的数据处理装置,其中,所述所转换数据为至少经过离散余弦变换的所述原始数据。

- 25 104. 如权利要求 100 所述的数据处理装置,进一步包括:

类抽头提取装置,用于从所述感兴趣数据块的数据中提取用来将感兴趣数据分配给多个类中的一个的所述所转换数据,以作为类抽头输出所提取数据;和

- 30 分类装置,用于通过分类,根据所述类抽头,得到所述感兴趣数据的类;所述计算装置使用所述预测抽头和与所述感兴趣数据的类对应的所述抽头系数,执行预测计算。

105. 如权利要求 100 所述的数据处理装置, 其中, 所述预测抽头提取装置从与相邻于所述感兴趣数据块的数据块对应的所述所转换块, 提取所述所转换数据, 以用作所述预测抽头。

5 106. 如权利要求 100 所述的数据处理装置, 其中, 所述预测抽头提取装置从与所述感兴趣数据块对应的所述所转换块和从与不同于感兴趣数据块的数据块对应的所述所转换块, 提取所述所转换数据, 以用作所述预测抽头。

107. 如权利要求 100 所述的数据处理装置, 其中, 所述预测抽头提取装置在所述感兴趣数据块的数据中提取表示与感兴趣数据有较大相关的位置关系的所述所转换数据, 作为所述预测抽头。

10 108. 如权利要求 107 所述的数据处理装置, 其中, 所述预测抽头提取装置提取表示与感兴趣数据有比预设阈值更大的相关的位置关系的所述所转换数据, 作为所述预测抽头。

109. 如权利要求 107 所述的数据处理装置, 其中, 所述预测抽头提取装置提取表示与感兴趣数据有在预设排名值之内的相关的位置关系的所述所转换数据。

110. 如权利要求 100 所述的数据处理装置, 其中, 通过使用所述抽头系数和所转换数据的学习已获得所述抽头系数, 从而通过预设预测计算获得的所述原始数据的预测值的预测误差将在统计上最小。

20 111. 如权利要求 100 所述的数据处理装置, 其中, 所述原始数据为运动图像或静止图像的图像数据。

112. 一种数据处理方法, 用于对通过以预设块为单位对数据至少应用正交变换或频率变换获得的基于块的所转换数据进行处理, 包括如下步骤:  
获取通过学习得到的抽头系数;

25 至少从与不同于感兴趣数据块的数据块对应的作为所转换数据块的所转换块, 提取用于对其中每个块为所述数据块的数据块中感兴趣数据块的数据进行解码的预测计算中所使用的所述所转换数据, 以作为预测抽头输出所提取数据; 和

使用所述抽头系数和预测抽头, 执行预设预测计算, 以将所转换数据解码为原始数据。

30 113. 一种记录介质, 其中记录有一个让计算机执行对通过以预设块为单位对数据至少应用正交变换或频率变换获得的基于块的所转换数据进行处

理的数据处理的程序，所述程序包括如下步骤：

获取通过学习得到的抽头系数；

- 5 至少从与不同于感兴趣数据块的数据块对应的作为所转换数据块的所转换块，提取用于对其中每个块为所述数据块的数据块中感兴趣数据块的数据进行解码的预测计算中所使用的所述所转换数据，以作为预测抽头输出所提取数据；和

使用所述抽头系数和预测抽头，执行预设预测计算，以将所转换数据解码为原始数据。

- 10 114. 一种数据处理装置，用于学习用来通过预测计算对通过以预设块为单位对数据至少应用正交变换或频率变换获得的基于块的所转换数据进行解码的抽头系数，包括：

生成装置，用于通过至少对作为老师的老师数据应用正交或频率变换，生成作为学生的学生数据；

- 15 预测抽头提取装置，用于至少从与不同于感兴趣老师块的老师块对应的作为所述学生数据块的学生块，提取用于对其中每个块为所述老师块的老师块中的感兴趣老师块的老师数据进行解码的预测计算中所使用的所述学生数据，以作为预测抽头输出所提取数据；和

- 20 学习装置，用于实现学习，从而通过使用抽头系数和预测抽头执行预测计算获得的对所述老师数据的预测值的预测误差将在统计上最小，以得到抽头系数。

115. 如权利要求 114 所述的数据处理装置，其中，所述学习装置实现学习，从而通过使用抽头系数和学生数据的线性预测计算获得的对所述老师数据的预测值的预测误差将在统计上最小。

- 25 116. 如权利要求 114 所述的数据处理装置，其中，所述生成装置至少对所述老师数据进行离散余弦变换，以生成所述学生数据。

117. 如权利要求 114 所述的数据处理装置，进一步包括：

类抽头提取装置，用于提取用来将所述感兴趣老师块的所述老师数据中的感兴趣老师数据分配给多个类中的一个的所述学生数据，以作为类抽头输出所提取数据；和

- 30 分类装置，用于通过分类，根据所述类抽头，得到所述感兴趣老师数据的类；

所述学习装置, 实现学习, 从而通过使用与所述感兴趣的老师数据的类对应的抽头系数和预测抽头执行预测计算获得的对所述老师数据的预测值的预测误差将在统计上最小, 以得到抽头系数。

5 118. 如权利要求 114 所述的数据处理装置, 其中, 所述预测抽头提取装置从与相邻于所述感兴趣老师块的老师块对应的所述学生块, 提取所述学生数据, 作为所述预测抽头。

119. 如权利要求 114 所述的数据处理装置, 其中, 所述预测抽头提取装置从与所述感兴趣老师块对应的所述学生块和从与不同于所述感兴趣老师块的老师对应的学生块, 提取所述学生数据, 作为所述预测抽头。

10 120. 如权利要求 114 所述的数据处理装置, 其中, 所述预测抽头提取装置在所述感兴趣老师块的老师数据中提取表示与感兴趣老师数据有较大相关的位置关系的所述学生数据。

121. 如权利要求 120 所述的数据处理装置, 其中, 所述预测抽头提取装置提取表示与感兴趣老师数据有不低于预设阈值的相关的位置关系的所述学生数据。

122. 如权利要求 120 所述的数据处理装置, 其中, 所述预测抽头提取装置提取表示与感兴趣老师数据有在预设排名值之内的相关的位置关系的所述学生数据。

20 123. 如权利要求 114 所述的数据处理装置, 其中, 所述老师数据为运动图像或静止图像的数据。

124. 一种数据处理方法, 用于学习用来通过预测计算对通过以预设块为单位对数据至少应用正交变换或频率变换获得的基于块的所转换数据进行解码的抽头系数, 包括如下步骤:

25 通过至少对作为老师的老师数据应用正交或频率变换, 生成作为学生的学生数据;

至少从与不同于感兴趣老师块的老师块对应的作为所述学生数据块的学生块, 提取用于对其中每个块为所述老师块的老师块中的感兴趣老师块的老师数据进行解码的预测计算中所使用的所述学生数据, 以作为预测抽头输出所提取数据; 和

30 实现学习, 从而通过使用抽头系数和预测抽头执行预测计算获得的对所述老师数据的预测值的预测误差将在统计上最小, 以得到抽头系数。

125. 一种记录介质，其中记录有一个让计算机执行学习抽头系数的数据处理的程序，该抽头系数用来通过预测计算对通过以预设块为单位对数据至少应用正交变换或频率变换获得的基于块的所转换数据进行解码，所述程序包括如下步骤：

- 5       通过至少对作为老师的老师数据应用正交或频率变换，生成作为学生的学生数据；

至少从与不同于感兴趣老师块的老师块对应的作为所述学生数据块的学生块，提取用于对其中每个块为所述老师块的老师块中的感兴趣老师块的老师数据进行解码的预测计算中所使用的所述学生数据，以作为预测抽头输出  
10   所提取数据；和

实现学习，从而通过使用抽头系数和预测抽头执行预测计算获得的对所述老师数据的预测值的预测误差将在统计上最小，以得到抽头系数。

126. 一种数据处理装置，用于学习第一数据的提取模式，以用作在通过使用从所述第一数据提取的预测抽头和预设抽头系数的预测计算要获得第  
15   二数据时预测计算所使用的所述预测抽头，包括：

相关计算装置，用于使用用于学习所述提取模式的所述第一和第二数据，逐预设位置关系地得到与在预设位置的所述第二数据有所述预设位置关系的所述第一数据的相关；和

- 设置装置，用于根据所述相关，设置所述第一数据的提取模式，以用作  
20   用于为获得所述第二数据所执行的所述预测计算的所述预测抽头。

127. 如权利要求 126 所述的数据处理装置，其中，所述相关计算装置得到与在预设位置的所述第二数据有预设位置关系的所述第一数据和在预设位置的所述第二数据之间的统计相关。

128. 如权利要求 126 所述的数据处理装置，其中，所述设置装置设置  
25   表示具有大的所述相关值的位置关系的所述第一数据的位置模式，作为所述提取模式。

129. 如权利要求 126 所述的数据处理装置，其中，所述设置装置设置表示具有不低于预设阈值的所述相关的位置关系的所述第一数据的位置模式，作为所述提取模式。

- 30   130. 如权利要求 126 所述的数据处理装置，其中，所述设置装置设置表示具有预设排名值之内的所述相关的位置关系的所述第一数据的位置模



式，作为所述提取模式。

131. 一种数据处理方法，用于学习第一数据的提取模式，以用作在通过使用从所述第一数据提取的预测抽头和预设抽头系数的预测计算要获得第二数据时预测计算所使用的所述预测抽头，包括如下步骤：

- 5        使用用于学习所述提取模式的所述第一和第二数据，逐预设位置关系地得到与在预设位置的所述第二数据有所述预设位置关系的所述第一数据的相关；  
和

根据所述相关，设置所述第一数据的提取模式，以用作用于为获得所述第二数据所执行的所述预测计算的所述预测抽头。

- 10       132. 一种记录介质，其中记录有一个让计算机执行学习第一数据的提取模式，以用作在通过使用从所述第一数据提取的预测抽头和预设抽头系数的预测计算要获得第二数据时预测计算所使用的所述预测抽头的数据处理的程序，所述程序包括如下步骤：

- 对用于学习所述提取模式的所述第一和第二数据，逐预设位置关系地得  
15       到与在预设位置的所述第二数据有所述预设位置关系的所述第一数据的相关；和

根据所述相关，设置所述第一数据的提取模式，以用作用于为获得所述第二数据所执行的所述预测计算的所述预测抽头。

## 数据处理装置和方法以及记录介质

## 5 技术领域

本发明涉及一种数据处理方法和装置以及记录介质，特别涉及一种可以用来对例如不可还原压缩图像进行解码的数据处理方法和装置以及记录介质。

## 10 背景技术

例如，数字图像数据的数据量非常庞大，从而，如果直接记录或传输该数据，将需要极其庞大容量的记录介质或传输介质。因此，一般，图像数据在记录或传输之前，都要经过压缩编码，以减小数据量。

在用于对图像进行压缩编码的系统中，有用作静止图像压缩编码系统的  
15 JPEG(Joint Photographic Experts Group, 联合图像专家组)系统，和用作活动图像压缩编码系统的 MPEG(Moving Picture Experts Group, 活动图像专家组)系统。

例如，如图1所示，根据JPEG系统执行图像数据的编码和解码。

图1A示出传统JPEG编码设备的说明性结构。

20 要编码的图像数据输入到分块电路1，然后分块电路1将所输入图像数据划分为多个块，每块由 $8 \times 8 = 64$ 像素组成。在分块电路1中获得的块发送到离散余弦变换(discrete cosine transform, DCT)电路2。DCT电路2对来自分块电路1的每个块应用DCT处理，以将块变换为由单个DC(direct current, 直流)分量和63个频率(AC(alternating current, 交流))分量组成的总共64个DCT系数。基于块的64个DCT系数从DCT电路2发送到量化电  
25 路3。

量化电路3根据预设的量化表对DCT系数进行量化，以将量化结果，下面称作量化DCT系数，与用于量化的量化表一起发送到熵编码电路4。

图1B示出一个在量化电路3中使用的量化表的例子。在量化表中，一  
30 般考虑人类视觉系统的特征来设置量化步长，从而对更关键的低频DCT系数进行精细的量化，而对次关键的高频DCT系数只作粗略的量化。这将减

轻图像的图像质量的恶化,以保证有效的压缩。

熵编码电路4对来自量化电路3的量化DCT系数应用熵编码处理,如哈夫曼编码,并且添加来自量化电路3的量化表,以输出作为JPEG编码数据的结果编码数据。

- 5 图1C示出一个用来对由图1A的JPEG编码设备5输出的编码数据进行解码的传统JPEG解码设备10的例子的结构。

编码数据输入到熵解码电路11,然后熵解码电路11将所编码的数据分离为熵编码量化DCT系数和量化表。熵解码电路11对量化熵编码DCT系数进行熵解码,以将结果量化DCT系数与量化表一起发送到逆量化电路12。  
10 逆量化电路12根据来自熵解码电路11的量化表对来自熵解码电路11的量化DCT系数进行逆量化,以将结果DCT系数发送到反向DCT电路13。反向DCT电路13对来自逆量化电路12的DCT系数应用反向DCT处理,以将结果 $8 \times 8$ 像素解码块发送到解块电路14。解块电路14对来自反向DCT电路13的解码块进行解块,以获得输出解码图像。

- 15 使用图1A所示的JPEG编码设备5,通过增大在对块进行量化时使用的量化表的量化步长,可以减小编码数据的数据量,从而实现高压压缩。

然而,如果增大量化步长,也将增大所谓的量化误差,导致在图1C的JPEG解码设备10中获得的解码图像的图像质量的恶化。也就是,在解码图像中产生可以感觉到的模糊、块变形或马赛克噪声等。

- 20 因此,如果要减小编码数据的数据量,而不恶化解码图像质量,或者如果当改善编码图像的图像质量时保持编码数据的数据量,在JPEG解码之后需要执行用于改善图像质量的某些处理。

然而,如果要在JPEG解码之后执行用于改善图像质量的处理,将复杂化该处理,而延长直到最终产生解码图像的时间。

25

#### 发明公布

考虑到本技术领域的上述情况,本发明用来从例如JPEG编码图像有效地产生高图像质量的解码图像。

- 30 根据本发明,获取通过学习得到的抽头系数,并且与所转换数据一起使用所获取的抽头系数,执行预设计算,以将所转换数据解码为原始数据。

也就是,本发明提供一种数据处理装置,包括:获取装置,用于获取通

过学习得到的抽头系数；和解码装置，用于通过使用抽头系数和所转换数据的预设预测计算，将所转换的数据解码为原始数据。

本发明还提供一种数据处理方法，包括如下步骤：获取通过学习得到的抽头系数；和通过使用抽头系数和所转换数据的预设预测计算，将所转换的数据解码为原始数据。

本发明还提供一种记录介质，其中记录有一个程序，包括如下步骤：获取通过学习得到的抽头系数；和通过使用抽头系数和所转换数据的预设预测计算，将所转换的数据解码为原始数据。

根据本发明，通过至少对作为老师的老师数据进行正交或频率变换，生成作为学生的学生数据，并且通过实现学习得到抽头系数，从而通过使用抽头系数和学生数据的预测计算获得的对老师数据的预测值的预测误差将在统计上最小。

也就是，本发明还提供一种数据处理装置，包括生成装置，用于通过至少对作为老师的老师数据进行正交或频率变换，生成作为学生的学生数据；和学习装置，用于实现学习，从而通过使用抽头系数和学生数据的预测计算获得的对老师数据的预测值的预测误差将在统计上最小，以得到抽头系数。

本发明还提供一种数据处理方法，包括如下步骤：通过至少对作为老师的老师数据进行正交或频率变换，生成作为学生的学生数据；和实现学习，从而通过使用抽头系数和学生数据的预测计算获得的对老师数据的预测值的预测误差将在统计上最小，以得到抽头系数。

本发明还提供一种记录介质，其中记录有一个程序，包括如下步骤：通过至少对作为老师的老师数据进行正交或频率变换，生成作为学生的学生数据；和实现学习，从而通过使用抽头系数和学生数据的预测计算获得的对老师数据的预测值的预测误差将在统计上最小，以得到抽头系数。

根据本发明，获得通过学习得到的抽头系数，并且使用抽头系数和所转换数据，执行预设预测计算，以将所转换数据解码为原始数据，该原始数据以预设方式进行处理，以产生处理数据。

也就是，本发明还提供一种数据处理装置，包括：获取装置，用于获取通过学习得到的抽头系数；和计算装置，用于使用抽头系数和所转换数据，执行预设预测计算，以将所转换的数据解码为原始数据，并且产生原始数据经过预设处理的处理数据。

本发明还提供一种数据处理方法，包括如下步骤：获取通过学习得到的抽头系数；和使用抽头系数和所转换数据，执行预设预测计算，以将所转换的数据解码为原始数据，并且产生原始数据经过预设处理的处理数据。

5 本发明还提供一种记录介质，其中记录有一个程序，包括如下步骤：获取通过学习得到的抽头系数；和使用抽头系数和所转换数据，执行预设预测计算，以将所转换的数据解码为原始数据，并且产生原始数据经过预设处理的处理数据。

10 根据本发明，以预设方式处理作为老师的老师数据，并且至少对结果准老师数据进行正交或频率变换，以生成作为学生的学生数据。然后通过实现学习生成抽头系数，从而通过使用抽头系数和学生数据的预测计算获得的对老师数据的预测值的预测误差将在统计上最小。

15 也就是，本发明还提供一种数据处理装置，包括准老师数据生成装置，用于根据预设处理对作为老师的老师数据进行处理，以产生准老师数据；学生数据生成装置，用于通过至少对准老师数据进行正交或频率变换，生成作为学生的学生数据；和学习装置，用于实现学习，以在统计上最小化通过使用抽头系数和学生数据的预测计算获得的对老师数据的预测值的预测误差，得到抽头系数。

20 本发明还提供一种数据处理方法，包括如下步骤：根据预设处理对作为老师的老师数据进行处理，以产生准老师数据；通过至少对准老师数据进行正交或频率变换，生成作为学生的学生数据；和实现学习，以在统计上最小化通过使用抽头系数和学生数据的预测计算获得的对老师数据的预测值的预测误差，得到抽头系数。

25 本发明还提供一种记录介质，其中记录有一个程序，包括如下步骤：根据预设处理对作为老师的老师数据进行处理，以产生准老师数据；通过至少对准老师数据进行正交或频率变换，生成作为学生的学生数据；和实现学习，以在统计上最小化通过使用抽头系数和学生数据的预测计算获得的对老师数据的预测值的预测误差，得到抽头系数。

30 根据本发明，根据辅助信息，将原始数据中的感兴趣数据分配给多个类中的一个，并且获得通过学习得到的、基于类的抽头系数中与感兴趣数据的类对应的抽头系数。然后使用所转换数据和与感兴趣数据的类对应的抽头系数，执行预设预测计算，以将所转换数据解码为原始数据。

也就是，本发明还提供一种数据处理装置，包括：分类装置，用于通过分类，根据辅助信息将原始数据中的感兴趣数据分配给多个类中的一个；获取装置，用于在通过学习得到的、基于类的抽头系数中获取与感兴趣数据的类相关联的抽头系数；和解码装置，用于使用所转换数据和与感兴趣数据的类相关联的抽头系数，执行预设预测计算，以将所转换数据解码为原始数据。

本发明还提供一种数据处理方法，包括如下步骤：通过分类，根据辅助信息，将原始数据中的感兴趣数据分配给多个类中的一个；在通过学习得到的、基于类的抽头系数中获取与感兴趣数据的类相关联的抽头系数；和使用所转换数据和与感兴趣数据的类相关联的抽头系数，执行预设预测计算，以将所转换数据解码为原始数据。

本发明还提供一种记录介质，其中记录有一个程序，包括如下步骤：通过分类，根据辅助信息，将原始数据中的感兴趣数据分配给多个类中的一个；在通过学习得到的、基于类的抽头系数中获取与感兴趣数据的类相关联的抽头系数；和使用所转换数据和与感兴趣数据的类相关联的抽头系数，执行预设预测计算，以将所转换数据解码为原始数据。

根据本发明，通过至少对作为老师的老师数据进行正交或频率变换，生成作为学生的学生数据。使用生成学生数据时所使用的预设辅助信息，将老师数据中的感兴趣老师数据分配给多个类中的一个。然后通过实现学习得到基于类的抽头系数，从而通过使用与感兴趣老师数据的类对应的抽头系数和学生数据的预测计算获得的对老师数据的预测值的预测误差将在统计上最小。

也就是，本发明还提供一种数据处理装置，包括：生成装置，用于通过至少对作为老师的老师数据进行正交或频率变换，生成作为学生的学生数据；分类装置，用于根据在生成装置中生成学生数据时使用的预设辅助信息，将老师数据中的感兴趣老师数据分配给多个类中的一个；和学习装置，用于实现学习，从而通过使用与感兴趣老师数据的类对应的抽头系数和学生数据的预测计算获得的对老师数据的预测值的预测误差将在统计上最小，以得到基于类的抽头系数。

本发明还提供一种数据处理方法，包括如下步骤：通过至少对作为老师的老师数据进行正交或频率变换，生成作为学生的学生数据；根据在生成装置中生成学生数据时使用的预设辅助信息，将老师数据中的感兴趣老师数据

分配给多个类中的一个；和实现学习，从而通过使用与感兴趣老师数据的类对应的抽头系数和学生数据的预测计算获得的对老师数据的预测值的预测误差将在统计上最小，以得到基于类的抽头系数。

5 本发明还提供一种记录介质，其中记录有一个程序，包括如下步骤：通过至少对作为老师的老师数据进行正交或频率变换，生成作为学生的学生数据；根据在生成装置中生成学生数据时使用的预设辅助信息，将老师数据中的感兴趣老师数据分配给多个类中的一个；和实现学习，从而通过使用与感兴趣老师数据的类对应的抽头系数和学生数据的预测计算获得的对老师数据的预测值的预测误差将在统计上最小，以得到基于类的抽头系数。

10 根据本发明，至少从与对应于感兴趣的所处理数据的块不同的块，提取将感兴趣的所处理数据分配给多个类中的一个时使用的所转换数据，以用作类抽头。根据由此得到的类抽头，通过分类得到感兴趣的所处理数据的类。使用感兴趣的所处理数据的类的抽头系数，执行预设计算，以得到感兴趣的所处理数据的预测值。

15 也就是，本发明还提供一种处理装置，包括：获取装置，用于获取通过学习得到的抽头系数；类抽头提取装置，用于通过分类，至少从不同于与感兴趣的所处理数据相关联的块的块，提取用于将感兴趣的所处理数据分配给多个类中的一个的所转换数据，并且作为类抽头输出所提取的数据；分类装置，用于根据类抽头得到感兴趣的所处理数据的类；和计算装置，用于使用感兴趣的所处理数据的类的抽头系数和所转换数据，执行预设预测计算，以得到感兴趣的所处理数据的预测值。

20 本发明还提供一种数据处理方法，包括如下步骤：获取通过学习得到的抽头系数；通过分类，至少从不同于与感兴趣的所处理数据相关联的块的块，提取用于将感兴趣的所处理数据分配给多个类中的一个的所转换数据，并且作为类抽头输出所提取的数据；根据类抽头得到感兴趣的所处理数据的类；和使用感兴趣的所处理数据的类的抽头系数，执行预设预测计算，以得到感兴趣的所处理数据的预测值。

30 本发明还提供一种记录介质，包括如下步骤：获取通过学习得到的抽头系数；通过分类，至少从不同于与感兴趣的所处理数据相关联的块的块，提取用于将感兴趣的所处理数据分配给多个类中的一个的所转换数据，并且作为类抽头输出所提取的数据；根据类抽头得到感兴趣的所处理数据的类；和

使用感兴趣的所处理数据的类的抽头系数，执行预设预测计算，以得到感兴趣的所处理数据的预测值。

根据本发明，至少从与对应于感兴趣的老师数据的块不同的块，提取用于将感兴趣的老师数据分配给多个类中的一个的学生数据，以用作类抽头。

- 5 根据这些类抽头，通过分类得到感兴趣老师数据的类。根据基于类的抽头系数和学生数据，执行预测计算，然后执行学习，从而通过使用基于类的抽头系数和学生数据的预测计算获得的对老师数据的预测值的预测误差将在统计上最小，以逐类得到抽头系数。

- 也就是，本发明还提供一种数据处理装置，包括：生成装置，用于生成  
10 作为学习时作为学生的学生数据的基于块的所转换数据；类抽头提取装置，用于，以所处理数据作为学习时当老师的老师数据，至少从与对应于感兴趣的老师数据的块不同的块，提取用于将感兴趣的老师数据分配给多个类中的一个的学生数据，并且作为类抽头输出所提取数据；分类装置，用于根据类抽头得到感兴趣的老师数据的类；和学习装置，用于实现学习，从而通过使  
15 用基于类的抽头系数和学生数据的预测计算获得的对老师数据的预测值的预测误差将在统计上最小，以逐类得到抽头系数。

- 本发明还提供一种数据处理方法，包括如下步骤：生成作为学习时作为学生的学生数据的基于块的所转换数据；以所处理数据作为学习时当老师的老师数据，至少从与对应于感兴趣的老师数据的块不同的块，提取用于将感  
20 兴趣的老师数据分配给多个类中的一个的学生数据，并且作为类抽头输出所提取数据；根据类抽头得到感兴趣的老师数据的类；和实现学习，从而通过使用基于类的抽头系数和学生数据的预测计算获得的对老师数据的预测值的预测误差将在统计上最小，以逐类得到抽头系数。

- 本发明还提供一种记录介质，其中记录有一个程序，包括如下步骤：生  
25 成作为学习时当作学生的学生数据的基于块的所转换数据；以所处理数据作为学习时当作老师的老师数据，至少从与对应于感兴趣的老师数据的块不同的块，提取用于将感兴趣的老师数据分配给多个类中的一个的学生数据，并且作为类抽头输出所提取数据；根据类抽头得到感兴趣的老师数据的类；和实现学习，从而通过使用基于类的抽头系数和学生数据的预测计算获得的对  
30 老师数据的预测值的预测误差将在统计上最小，以逐类得到抽头系数。

根据本发明，至少从与不同于感兴趣数据块的数据块对应的所转换块，



提取用于对数据块中的感兴趣数据块的数据进行解码的预测计算中所使用的所转换数据，以用作预测抽头。使用抽头系数和预测抽头，执行预设预测计算，以将所转换数据解码为原始数据。

也就是，本发明还提供一种数据处理装置，包括：获取装置，用于获取  
5 通过学习得到的抽头系数；预测抽头提取装置，用于至少从与不同于感兴趣数据块的数据块对应的作为所转换数据块的所转换块，提取用于对其中每个块为一个数据块的数据块中感兴趣数据块的数据进行解码的预测计算中所使用的所转换数据，以输出作为预测抽头的所提取数据；和计算装置，用于使用抽头系数和预测抽头，执行预设预测计算，以将所转换数据解码为原始数  
10 据。

本发明还提供一种数据处理方法，包括如下步骤：获取通过学习得到的抽头系数；至少从与不同于感兴趣数据块的数据块对应的作为所转换数据块的所转换块，提取用于对其中每个块为一个数据块的数据块中感兴趣数据块的数据进行解码的预测计算中所使用的所转换数据，以输出作为预测抽头的  
15 所提取数据；和使用抽头系数和预测抽头，执行预设预测计算，以将所转换数据解码为原始数据。

本发明还提供一种记录介质，其中记录有一个程序，包括如下步骤：获取通过学习得到的抽头系数；至少从与不同于感兴趣数据块的数据块对应的作为所转换数据块的所转换块，提取用于对其中每个块为一个数据块的数据  
20 块中感兴趣数据块的数据进行解码的预测计算中所使用的所转换数据，以输出作为预测抽头的所提取数据；和使用抽头系数和预测抽头，执行预设预测计算，以将所转换数据解码为原始数据。

根据本发明，至少通过对作为老师的老师数据进行正交或频率变换，生成作为学生的学生数据，并且至少从与不同于感兴趣老师块的老师块对应的  
25 学生块，提取用于对老师块中的感兴趣老师块的老师数据进行解码的预测计算中所使用的学生数据，以用作预测抽头。然后通过实现学习，得到抽头系数，从而通过使用抽头系数和预测抽头执行预测计算获得的对老师数据的预测值的预测误差将在统计上最小。

也就是，本发明还提供一种数据处理装置，包括：生成装置，用于通过  
30 至少对作为老师的老师数据应用正交或频率变换，生成作为学生的学生数据；预测抽头提取装置，用于至少从与不同于感兴趣老师块的老师块对应的

作为学生数据块的学生块，提取用于对其中每个块为一个老师块的老师块中的感兴趣老师块的老师数据进行解码的预测计算中所使用的学生数据，以输出作为预测抽头的所提取数据；和学习装置，用于实现学习，从而通过使用抽头系数和预测抽头执行预测计算获得的对老师数据的预测值的预测误差将在统计上最小。

5 本发明还提供一种数据处理方法，包括如下步骤：通过至少对作为老师的老师数据应用正交或频率变换，生成作为学生的学生数据；至少从与不同于感兴趣老师块的老师块对应的作为学生数据块的学生块，提取用于对其中每个块为一个老师块的老师块中的感兴趣老师块的老师数据进行解码的预测计算中所使用的学生数据，以输出作为预测抽头的所提取数据；和实现学习，从而通过使用抽头系数和预测抽头执行预测计算获得的对老师数据的预测值的预测误差将在统计上最小，以得到抽头系数。

10 本发明还提供一种记录介质，其中记录有一个程序，包括如下步骤：通过至少对作为老师的老师数据应用正交或频率变换，生成作为学生的学生数据；至少从与不同于感兴趣老师块的老师块对应的作为学生数据块的学生块，提取用于对其中每个块为一个老师块的老师块中的感兴趣老师块的老师数据进行解码的预测计算中所使用的学生数据，以输出作为预测抽头的所提取数据；和实现学习，从而通过使用抽头系数和预测抽头执行预测计算获得的对老师数据的预测值的预测误差将在统计上最小，以得到抽头系数。

15 根据本发明，使用用于学习提取模式的第一数据和第二数据，逐预设位置关系地得到与在预设位置的第二数据有预设位置关系的第一数据的相关。根据所得到的相关，设置要用作用于为获得第二数据所执行的预测计算的预测抽头的第一数据的提取模式。

20 也就是，本发明还提供一种数据处理装置，包括：相关计算装置，用于使用用于学习提取模式的第一和第二数据，逐预设位置关系地得到与在预设位置的第二数据有预设位置关系的第一数据的相关；和设置装置，用于根据相关，设置第一数据的提取模式，以用作用于为获得第二数据所执行的预测计算的预测抽头。

25 本发明还提供一种数据处理方法，包括如下步骤：使用用于学习提取模式的第一和第二数据，逐预设位置关系地得到与在预设位置的第二数据有预设位置关系的第一数据的相关；和根据相关，设置第一数据的提取模式，以

用作用于为获得第二数据所执行的预测计算的预测抽头。

- 本发明还提供一种记录介质，其中记录有一个程序，包括如下步骤：使用用于学习提取模式的第一和第二数据，逐预设位置关系地得到与在预设位置的
- 5 第二数据有预设位置关系的第一数据的相关；和根据相关，设置第一数据的提取模式，以用作用于为获得第二数据所执行的预测计算的预测抽头。

#### 附图简述

- 图 1A、1B 和 1C 示出传统 JPEG 编码/解码；
- 图 2 示出实施本发明的图像传输系统的说明性结构；
- 10 图 3 是示出图像传输系统中解码器的说明性结构的方框图；
- 图 4 是示出解码器中的处理的流程图；
- 图 5 是示出解码器中系数转换电路的说明性结构的方框图；
- 图 6 示出解码器中预测抽头和类抽头的例子；
- 图 7 是示出系数转换电路中分类电路的说明性结构的方框图；
- 15 图 8 示出系数转换电路中功率(power)计算电路的处理；
- 图 9 是示出系数转换电路中的处理的流程图；
- 图 10 是更详细示出系数转换电路中的处理的流程图；
- 图 11 是示出用于学习系数转换电路中的抽头系数的学习设备的说明性结构的方框图；
- 20 图 12 是示出学习设备的处理的流程图；
- 图 13 是示出系数转换电路的说明性结构的方框图；
- 图 14 是示出学习设备的说明性结构的方框图；
- 图 15 是示出系数转换电路的另一说明性结构的方框图；
- 图 16 是示出学习设备的另一说明性结构的方框图；
- 25 图 17 是示出系数转换电路的另一说明性结构的方框图；
- 图 18 是示出学习设备的另一说明性结构的方框图；
- 图 19 是示出图像传输系统中编码器的说明性结构的方框图；
- 图 20 是示出 MPEG 解码器的说明性结构的方框图；
- 图 21 是示出系数转换电路的另一说明性结构的方框图；
- 30 图 22 是示出学习设备的另一说明性结构的方框图；
- 图 23 是示出其中图像传输系统应用本发明的另一实施例中解码器的说

明性结构的方框图；

图 24 示出在解码器中  $8 \times 8$  DCT 系数如何解码为  $16 \times 16$  像素；

图 25 是示出解码器中的处理的流程图；

图 26 是示出解码器中系数转换电路的说明性结构的方框图；

5 图 27 是示出系数转换电路中分类电路的说明性结构的方框图；

图 28 是示出系数转换电路中的处理的流程图；

图 29 是更详细示出系数转换电路中的处理的流程图；

图 30 是示出负责系数转换电路的抽头系数的学习处理的学习设备的说明性结构的方框图；

10 图 31 是示出学习设备中的处理的流程图；

图 32 是示出系数转换电路的另一说明性结构的方框图；

图 33 是示出学习设备的另一说明性结构的方框图；

图 34 是示出系数转换电路的另一说明性结构的方框图；

图 35 是示出学习设备的另一说明性结构的方框图；

15 图 36 是示出系数转换电路的另一说明性结构的方框图；

图 37 是示出学习设备的另一说明性结构的方框图；

图 38 是示出编码器的说明性结构的方框图；

图 39 是示出系数转换电路的另一说明性结构的方框图；

图 40 是示出学习设备的另一说明性结构的方框图；

20 图 41A 和 41B 示出时域分辨率经过改善的图像；

图 42A 和 42B 示出时域分辨率经过改善的图像；

图 43 示出从两个或多个帧的 DCT 系数构造类抽头和预测抽头；

图 44 是示出其中图像传输系统应用本发明的实施例中解码器的说明性结构的方框图；

25 图 45 是示出解码器的处理的流程图；

图 46 是示出解码器中系数转换电路的说明性结构的方框图；

图 47 是示出系数转换电路中分类电路的说明性结构的方框图；

图 48 是示出系数转换电路的处理的流程图；

图 49 是更详细示出系数转换电路的处理的流程图；

30 图 50 是示出用于学习系数转换电路的抽头系数的学习设备的说明性结构的方框图；

- 图 51 是示出学习设备的处理的流程图；
- 图 52 是示出系数转换电路的另一说明性结构的方框图；
- 图 53 是示出学习设备的说明性结构的方框图；
- 图 54 是示出系数转换电路的另一说明性结构的方框图；
- 5 图 55 是示出实施本发明的学习设备的说明性结构的方框图；
- 图 56 是示出系数转换电路的另一说明性结构的方框图；
- 图 57 是示出学习设备的另一说明性结构的方框图；
- 图 58 是示出图像传输系统中编码器的说明性结构的方框图；
- 图 59 是示出图像传输系统中 MPEG 解码器的说明性结构的方框图；
- 10 图 60 是示出系数转换电路的另一说明性结构的方框图；
- 图 61 是示出学习设备的另一说明性结构的方框图；
- 图 62 是示出其中图像传输系统应用本发明的实施例中解码器的说明性结构的方框图；
- 图 63 是示出解码器的处理的流程图；
- 15 图 64 是示出解码器中系数转换电路的说明性结构的方框图；
- 图 65A 和 65B 示出系数转换电路中群抽头的例子
- 图 66 是示出系数转换电路中分类电路的说明性结构的方框图；
- 图 67 是示出系数转换电路的处理的流程图；
- 图 68 是更详细示出系数转换电路的处理的流程图；
- 20 图 69 示出分类方法；
- 图 70 是示出分类电路的处理的流程图；
- 图 71 示出另一分类方法；
- 图 72 是示出分类电路的另一说明性结构的方框图；
- 图 73 是示出分类电路的处理的流程图；
- 25 图 74 是示出系数转换电路的另一说明性结构的方框图；
- 图 75 是示出负责系数转换电路的抽头系数的学习处理的学习设备的说明性结构的方框图；
- 图 76 是示出系数转换电路的说明性结构的方框图；
- 图 77 是示出学习设备的另一说明性结构的方框图；
- 30 图 78 是示出其中图像传输系统应用本发明的解码器的实施例的说明性结构的方框图；

- 图 79 是示出解码器的处理的流程图；
- 图 80 是示出解码器中系数转换电路的说明性结构的方框图；
- 图 81 是示出系数转换电路中分类电路的说明性结构的方框图；
- 图 82 是示出系数转换电路的处理的流程图；
- 5 图 83 是更详细示出系数转换电路的处理的流程图；
- 图 84 是示出负责抽头系数的学习处理的抽头系数学习设备的说明性结构的方框图；
- 图 85 是示出抽头系数学习设备的处理的流程图；
- 图 86 是示出负责模式信息的学习处理的模式学习设备的说明性结构的
- 10 方框图；
- 图 87A、87B 和 87C 示出模式学习设备中的加法器电路的处理；
- 图 88 是示出模式学习设备的处理的流程图；
- 图 89 是示出系数转换电路的说明性结构的方框图；
- 图 90 是示出抽头系数学习设备的另一说明性结构的方框图；
- 15 图 91 是示出模式学习设备的另一说明性结构的方框图；
- 图 92 是示出系数转换电路的另一说明性结构的方框图；
- 图 93 是示出抽头系数学习设备的另一说明性结构的方框图；
- 图 94 是示出模式学习设备的另一说明性结构的方框图；
- 图 95A、95B 和 95C 示出模式学习设备中的加法器电路的处理；
- 20 图 96 是示出系数转换电路的另一说明性结构的方框图；
- 图 97 是示出抽头系数学习设备的另一说明性结构的方框图；
- 图 98 是示出模式学习设备的另一说明性结构的方框图；
- 图 99 是示出系数转换电路的另一说明性结构的方框图；
- 图 100 是示出抽头系数学习设备的另一说明性结构的方框图；
- 25 图 101 是示出模式学习设备的另一说明性结构的方框图；
- 图 102 是示出实施本发明的计算机的实施例的说明性结构的方框图。

#### 最佳实施模式

- 参照附图，对本发明的最佳实施模式进行详细说明。
- 30 本发明应用于例如图 2 配置的图像传输系统 20。
- 在该图像传输系统 20 中，要传输的图像数据提供给编码器 21。编码器

21 通过例如 JPEG 编码对向其传输的图像数据进行编码, 以形成编码数据。也就是, 编码器 21 被配置为类似于图 1A 所示的 JPEG 编码设备 5, 并且通过 JPEG 编码对图像数据进行编码。由编码器 21 进行 JPEG 编码获得的编码数据记录在记录介质 23 中, 如半导体存储器、光磁盘、磁盘、光盘、磁带或相变盘, 或者通过传输介质 24, 如地面波、卫星网络、CATV(cable television, 有线电视)网络、因特网或公共网络进行传输。

解码器 22 接收从记录介质 23 或通过传输介质 24 传输的编码数据, 以对原始图像数据进行解码。所解码图像数据提供给监视器(没有示出), 用于例如显示。

10 如图 3 所示, 解码器 22 包括熵解码电路 31、系数转换电路 32 和解块电路 33。

编码数据发送到熵解码电路 31, 然后熵解码电路 31 对编码数据进行熵解码, 以将作为结果的基于块的量化 DCT 系数 Q 发送到系数转换电路 32。如结合图 1C 的熵解码电路 11 所述, 不仅熵编码量化 DCT 系数, 而且量化表包含在编码数据中。该量化表在必要时可以用于对量化 DCT 系数进行解码, 后面将对此进行说明。

使用来自熵解码电路 31 的量化 DCT 系数 Q 和通过学习(后面将进行说明)得到的抽头系数, 系数转换电路 32 执行预设预测计算, 以将基于块的量化 DCT 系数解码为  $8 \times 8$  像素的原始块。

20 解块电路 33 对在系数转换电路 32 中获得的解码块进行解块, 以产生输出解码图像。

参照图 4 的流程图, 说明图 3 解码器 22 的处理。

编码数据顺序提供给熵解码电路 31。在步骤 S1, 熵解码电路 31 对编码数据进行熵解码, 以将基于块的量化 DCT 系数 Q 发送到系数转换电路 32。系数转换电路使用抽头系数执行预测计算, 以将来自熵解码电路 31 的量化 DCT 系数 Q 解码为基于块的像素值, 然后这些像素值发送到解块电路 33。解块电路 33 在步骤 S3 执行对来自系数转换电路 32 的像素值的解块, 以输出结果解码图像, 来完成处理。

系数转换电路 32 采用分类处理, 将量化 DCT 系数解码为像素值。

30 分类自适应处理包括分类处理和自适应处理。通过分类处理, 根据数据属性对数据进行分类, 并且逐类地执行自适应处理。该自适应处理使用如下

技术:

也就是, 自适应处理通过例如量化 DCT 系数和预设抽头系数的线性组合得到原始像素的估计值, 以将量化 DCT 系数解码为原始像素值。

- 具体地说, 现在设想, 特定图像是老师数据, 并且另一类似图像基于块  
5 进行 DCT 处理和量化, 以给出量化 DCT 系数作为学生数据, 并且通过一组多个量化 DCT 系数  $x_1, x_2, \dots$  和预设抽头系数  $w_1, w_2, \dots$  的线性组合所规定的线性组合模型得到作为老师数据的图像像素的像素值  $y$  的估计值  $E[y]$ 。

在这种情况下, 估计值  $E[y]$  可以用如下方程(1)进行表示:

$$E[y] = w_1 x_1 + w_2 x_2 + \dots \quad \dots(1)$$

如果, 推广方程(1), 由一组抽头系数  $w_j$  组成的矩阵  $W$ , 由一组学生数据  $x_{ij}$  组成的矩阵  $X$ , 和由一组估计值  $E[y_j]$  组成的矩阵  $Y'$  定义为

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1J} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2J} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{I1} & x_{I2} & \dots & x_{IJ} \end{bmatrix}$$

15

$$W = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \dots \\ w_J \end{bmatrix}$$

$$Y' = \begin{bmatrix} E[y_1] \\ E[y_2] \\ \dots \\ E[y_J] \end{bmatrix}$$

如下观察方程(2)成立:

$$XW = Y' \quad \dots(2)$$

20



其中, 矩阵  $X$  的  $x_{ij}$  项表示第  $i$  个学生数据集(用于估计第  $i$  个老师数据  $y_i$  的一组学生数据)的第  $j$  个学生数据, 并且矩阵  $W$  的  $w_j$  项是与学生数据集中第  $j$  个学生数据相乘的抽头系数。另一方面,  $y_i$  表示第  $i$  个老师数据, 从而  $E[y_i]$  表示第  $i$  个老师数据的估计值。其中, 在方程(1)左边的  $y$  中, 省略矩阵  $Y$  的  $y_i$  项中的后缀  $i$ , 而在方程(1)右边的  $x_1, x_2, \dots$  中, 省略矩阵  $X$  的  $x_{ij}$  项中的后缀  $i$ 。

现在设想, 将最小二乘法应用到该观察方程, 以得到近似于原始像素值  $y$  的估计值  $E[y]$ 。如果由一组作为老师数据的真像素值  $y$  组成的矩阵  $Y$  和由相对于像素值  $y$  的一组估计值  $E[y]$  的剩余值  $e$  组成的矩阵  $E$  定义为

$$E = \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \\ \dots \\ e_I \end{bmatrix}$$

$$Y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \dots \\ y_I \end{bmatrix}$$

从方程(2), 如下剩余方程(3)成立:

$$XW = Y + E$$

... (3)

在这种情况下, 通过最小化平方差  $\sum_{i=1}^I e_i^2$  可以得到用于找到近似于原始像素  $y$  的估计值  $E[y]$  的抽头系数  $w_j$ 。

因此, 上述平方差对抽头系数  $w_j$  求偏导为 0 的抽头系数  $w_j$ , 也就是满足下面方程(4)的抽头系数  $w_j$ :

$$e_1 \frac{\partial e_1}{\partial w_j} + e_2 \frac{\partial e_2}{\partial w_j} + \dots + e_I \frac{\partial e_I}{\partial w_j} = 0$$

( $j=1, 2, \dots, J$ )

... (4)

表示用于求得近似于原始像素值  $y$  的估计值  $E$  的最优值。

因此, 通过将方程对抽头系数  $w_j$  求偏导, 获得下面方程(5):

$$\frac{\partial e_i}{\partial w_1} = x_{i1}, \frac{\partial e_i}{\partial w_2} = x_{i2}, \dots, \frac{\partial e_i}{\partial w_j} = x_{ij} \\ (i = 1, 2, \dots, I)$$

... (5)

从方程(4)和(5), 获得下面方程(6):

$$\sum_{i=1}^I e_i x_{i1} = 0, \sum_{i=1}^I e_i x_{i2} = 0, \dots, \sum_{i=1}^I e_i x_{ij} = 0,$$

... (6)

10

如果进一步考虑剩余方程(3)中的学生数据  $x_{ij}$ 、抽头系数  $w_j$ 、老师数据  $y_i$  和剩余值  $e_i$ , 获得下面正则方程(7):

$$\left( \sum_{i=1}^I x_{i1} x_{i1} \right) w_1 + \left( \sum_{i=1}^I x_{i1} x_{i2} \right) w_2 + \dots \\ \dots + \left( \sum_{i=1}^I x_{i1} x_{ij} \right) w_j = \left( \sum_{i=1}^I x_{i1} y_i \right)$$

$$\left( \sum_{i=1}^I x_{i2} x_{i1} \right) w_1 + \left( \sum_{i=1}^I x_{i2} x_{i2} \right) w_2 + \dots \\ \dots + \left( \sum_{i=1}^I x_{i2} x_{ij} \right) w_j = \left( \sum_{i=1}^I x_{i2} y_i \right)$$

$$\left( \sum_{i=1}^I x_{ij} x_{i1} \right) w_1 + \left( \sum_{i=1}^I x_{ij} x_{i2} \right) w_2 + \dots \\ \dots + \left( \sum_{i=1}^I x_{ij} x_{ij} \right) w_j = \left( \sum_{i=1}^I x_{ij} y_i \right)$$

... (7)

15

其中, 如果矩阵(协方差矩阵) $A$ 和向量 $v$ 分别定义为:

5

$$A = \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^I x_{i1}x_{i2} & \sum_{i=1}^I x_{i1}x_{i2} \cdots \sum_{i=1}^I x_{i1}x_{iJ} \\ \sum_{i=1}^I x_{i2}x_{i1} & \sum_{i=1}^I x_{i2}x_{i2} \cdots \sum_{i=1}^I x_{i2}x_{iJ} \\ \sum_{i=1}^I x_{iJ}x_{i1} & \sum_{i=1}^I x_{iJ}x_{i2} \cdots \sum_{i=1}^I x_{iJ}x_{iJ} \end{bmatrix}$$

$$v = \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^I x_{i1}y_i \\ \sum_{i=1}^I x_{i2}y_i \\ \cdots \\ \sum_{i=1}^I x_{iJ}y_i \end{bmatrix}$$

并且向量  $W$  如同方程 1 所示进行定义, 方程(7)所示的正则方程可以由下面方程(8)表示:

$$10 \quad AW=v \quad \cdots(8)$$

通过提供特定多个学生数据  $X_{ij}$  集和老师数据  $Y_i$  集, 可以建立一组个数为要得到的抽头系数  $w_j$  的数目  $J$  的正则方程(7)。因此, 通过解向量  $W$  的方程(8), 可以得到抽头系数(在此, 最小化平方差的抽头系数)的  $w_j$  的最优数。  
15 注意, 要解方程(8), 方程(8)中的矩阵  $A$  需要为正则方程。其中, 例如可以

使用消元法(Gauss-Jordan 消元法)。

得到如上所述的最优抽头系数  $w_j$ ，并且使用抽头系数  $w_j$  通过方程(1)得到近似于原始像素值  $y$  的估计值  $E[y]$  表示自适应处理。

其中，如果具有要用 JPEG 编码的图像的图像质量的图像用作老师数据，并且通过对老师数据进行 DCT 处理和量化获得的量化 DCT 系数用作学生数据，获得给出统计上最小预测误差的抽头系数，以将 JPEG 编码图像数据解码为原始图像数据。

因此，甚至提高执行 JPEG 编码时的压缩率，也就是，粗略化用于量化的量化步长，也可以通过自适应处理实现统计上最小化预测误差的解码处理，从而，本质上，可以同时执行 JPEG 编码图像的解码处理，和改善用于图像质量的处理。结果，甚至提高压缩率，也可以保持解码图像的图像质量。

例如，如果比要进行 JPEG 编码的图像更高质量的图像用作老师数据，并且通过将老师数据的图像质量恶化到与要进行 JPEG 编码的图像相同的图像质量，随后进行 DCT 和量化处理获得的量化 DCT 系数用作学生数据，获得将 JPEG 编码图像数据解码为高图像质量的图像数据时在统计上最小化预测误差的抽头系数。

因此，使用本自适应处理，在这种情况下，可以同时执行 JPEG 编码图像的解码处理和用于改善图像质量的处理。同时，从上可以看到，通过改变老师或学生数据图像的图像质量，产生将解码图像的图像质量提高到任意级别的抽头系数是可能的。

图 5 示出图 3 系数转换电路 32 的说明性结构，它通过上述分类自适应处理将量化 DCT 系数解码为像素值。

在图 5 所示的系数转换电路 32A 中，由熵解码电路 31(图 3)输出的基于块的量化 DCT 系数发送到预测抽头提取电路 41 和类抽头提取电路 42。

预测抽头提取电路 41 顺序使与向其提供的量化 DCT 系数块(下面偶尔称作 DCT 块)对应的像素值块变为感兴趣的像素块。注意，在本阶段没有出现，但事实上预先假定的像素值块在下面偶尔称作像素块。预测抽头提取电路 41 还以例如光栅扫描顺序使组成感兴趣的像素块的各个像素顺序变为各个感兴趣的像素。

也就是，预测抽头提取电路 41 提取与感兴趣的像素所属的像素块对应的 DCT 块的全部量化 DCT 系数，即  $8 \times 8 = 64$  个量化 DCT 系数，作为预测

抽头,如图6所示。因此,在本实施例中,为给定像素块的所有像素构成相同的预测抽头。注意,还可以对感兴趣的像素逐个地用不同的量化DCT系数形成预测抽头。

- 5 在预测抽头提取电路41中获得的,形成像素块的各个像素的预测抽头,即对应于64像素中每个像素的64组预测抽头,发送到乘积和电路45。然而,在本实施例中,由于为一个像素块的所有像素形成相同的预测抽头,因此如果对一个像素块将一组预测抽头提供给乘积和电路45,是足够的。

类抽头提取电路42提取用于将感兴趣的像素划分为多个类中的一个的量化DCT系数,以用作类抽头。

- 10 其中,在JPEG编码时,由于逐像素块地对图像进行编码(DCT和量化),因此属于一个像素块的像素全部划分为同一类。因此,类抽头提取电路42为给定像素块的各个像素形成相同的类抽头。也就是,类抽头提取电路42以例如预测抽头提取电路41中相同的方式,提取与感兴趣的像素所属的像素块对应的DCT块的全部 $8 \times 8$ 量化DCT系数,作为类抽头。

- 15 注意,将属于一个像素块的各个像素划分为同一类相当于对像素块进行分类。因此,如果类抽头提取电路42不是形成用于对构成感兴趣的像素块的64个像素中的每个进行分类的64组类抽头,而是形成对感兴趣的像素块进行分类的一组类抽头,是足够的。因此,为了逐像素块地对像素块进行分类,类抽头提取电路42提取与像素块相关联的DCT块的64个量化DCT系数,用作类抽头。

其中,形成预测抽头或类抽头的量化DCT系数不限于这些上述模式。

在类抽头提取电路42中获得的感兴趣像素块的类抽头提供给分类电路43。分类电路根据来自类抽头提取电路42的类抽头对感兴趣的像素块进行分类,以输出与如此获得的类对应的类代码。

- 25 例如,可以使用ADRC(adaptive dynamic range coding,自适应动态范围编码)作为分类方法。

使用采用ADRC的方法,形成类抽头的量化DCT系数用ADRC进行处理。根据结果ADRC码确定感兴趣像素块的类。

- 30 其中,在K位ADRC中,检测形成类抽头的量化DCT系数的最大值MAX和最小值MIN,并且 $DR=MAX-MIN$ 被指定为集合的局部动态范围。根据该动态范围DR,形成类抽头的量化DCT系数重新量化到K位。也就

是, 从形成类抽头的量化 DCT 系数减去最小值 MIN, 然后通过减法得到的值除以  $DR/2K$ (量化), 通过以预设次序排列各个形成类抽头的量化 K-位 DCT 系数获得的位序列, 作为 ADRC 码输出。因此, 如果类抽头例如用 1 位 ADRC 进行处理, 从形成类抽头的各个量化 DCT 系数减去最小值 MIN, 然后结果  
5 差值除以最大值 MAX 和最小值 MIN 的中值, 由此各个量化 DCT 系数转化为 1 位形式, 即二进制编码形式。这些 1 位量化 DCT 系数以预定次序进行排列, 以形成作为 ADRC 码输出的位序列。

分类电路 43 可以输出形成例如类抽头的量化 DCT 系数的级分布模式, 直接作为类代码。如果在这种情况下, 类抽头由 N 个量化 DCT 系数形成,  
10 并且 K 位分配给各个量化 DCT 系数, 那么由分类电路 43 输出的类代码数为  $(2^N)^K$ , 这是随量化 DCT 系数的位数 K 成指数增长的庞大数字。

因此, 在分类电路 43 中, 通过上述 ADRC 处理或向量量化执行类抽头信息的压缩, 然后进行分类是理想的。

其中, 在本实施例中, 如上所述, 类抽头由 64 个量化 DCT 系数形成。  
15 因此, 如果通过类抽头的 1 位 ADRC 处理执行分类, 类代码的数目为  $2^{64}$  这一大数字。

其中, 在本实施例中, 分类电路 43 从形成类抽头的量化 DCT 系数提取高关键度的特征值, 并且根据这些特征值进行分类, 以减少类的数目。

也就是, 图 7 示出图 5 的分类电路 43 的说明性结构。

20 类抽头用来提供给功率计算电路 51。功率计算电路将形成类抽头的量化 DCT 系数分裂为多个空域频段, 并且计算各个频段的功率值。

也就是, 功率计算电路 51 将形成类抽头的  $8 \times 8$  量化 DCT 系数分裂为四个空域频段  $S_0$ 、 $S_1$ 、 $S_2$  和  $S_3$ , 例如图 8 所示。

如果现在构成类抽头的  $8 \times 8$  量化 DCT 系数以光栅扫描顺序用从 0 的序列数进行表示, 如图 6 所示, 空域频段  $S_0$  由 4 个量化 DCT 系数  $x_0$ 、 $x_1$ 、 $x_8$ 、 $x_9$  构成, 空域频段  $S_1$  由 12 个量化 DCT 系数  $x_2$ 、 $x_3$ 、 $x_4$ 、 $x_5$ 、 $x_6$ 、 $x_7$ 、 $x_{10}$ 、 $x_{11}$ 、 $x_{12}$ 、 $x_{13}$ 、 $x_{14}$ 、 $x_{15}$  构成, 空域频段  $S_2$  由 12 个量化 DCT 系数  $x_{16}$ 、 $x_{17}$ 、 $x_{24}$ 、 $x_{25}$ 、 $x_{32}$ 、 $x_{33}$ 、 $x_{40}$ 、 $x_{41}$ 、 $x_{48}$ 、 $x_{49}$ 、 $x_{56}$ 、 $x_{57}$  构成, 并且空域频段  $S_3$  由 36 个量化 DCT 系数  $x_{18}$ 、 $x_{19}$ 、 $x_{20}$ 、 $x_{21}$ 、 $x_{22}$ 、 $x_{23}$ 、 $x_{26}$ 、 $x_{27}$ 、 $x_{28}$ 、 $x_{29}$ 、 $x_{30}$ 、 $x_{31}$ 、 $x_{34}$ 、 $x_{35}$ 、 $x_{36}$ 、  
25  $x_{37}$ 、 $x_{38}$ 、 $x_{39}$ 、 $x_{42}$ 、 $x_{43}$ 、 $x_{44}$ 、 $x_{45}$ 、 $x_{46}$ 、 $x_{47}$ 、 $x_{50}$ 、 $x_{51}$ 、 $x_{52}$ 、 $x_{53}$ 、 $x_{54}$ 、 $x_{55}$ 、 $x_{58}$ 、  
30  $x_{59}$ 、 $x_{60}$ 、 $x_{61}$ 、 $x_{62}$ 、 $x_{63}$  构成。

而且, 功率计算电路 51 计算空域频段  $S_0$  到  $S_3$  的量化 DCT 系数的 AC 分量的功率值  $P_0$ 、 $P_1$ 、 $P_2$  和  $P_3$ , 以输出如此计算的  $P_0$ 、 $P_1$ 、 $P_2$  和  $P_3$  到类代码生成电路 52。

也就是, 功率计算电路 51 得到 4 个量化 DCT 系数  $x_0$ 、 $x_1$ 、 $x_8$ 、 $x_9$  的 AC 分量  $x_1$ 、 $x_8$ 、 $x_9$  的平方和值  $x_1^2 + x_8^2 + x_9^2$ , 以将结果平方和作为功率  $P_0$  输出到类代码生成电路 52。功率计算电路 51 还得到空域频段  $S_1$  的 12 个量化 DCT 系数的 AC 分量的平方和(即全部 12 个量化 DCT 系数), 以将结果平方和作为功率  $P_1$  输出到类代码生成电路 52。功率计算电路 51, 还如同如上所述的空域频段  $S_1$  的情况, 得到空域频段  $S_2$  和  $S_3$  的功率值  $P_2$  和  $P_3$ , 以将结果功率值输出到类代码生成电路 52。

类代码生成电路 52 将来自功率计算电路 51 的功率值  $P_0$ 、 $P_1$ 、 $P_2$  和  $P_3$  与存储在阈值存储单元 53 中的对应阈值  $TH_0$ 、 $TH_1$ 、 $TH_2$  和  $TH_3$  进行比较, 以根据其大小关系输出类代码。也就是, 类代码生成电路 52 将功率  $P_0$  与阈值  $TH_0$  进行比较, 以产生表示大小关系的 1 位代码。采用类似的方式, 类代码生成电路 52 将功率  $P_1$  与阈值  $TH_1$ 、功率  $P_2$  与阈值  $TH_2$ 、和功率  $P_3$  与阈值  $TH_3$  进行比较, 以为每个功率-阈值组合产生一个 1 位代码。类代码生成电路 52 以例如预设顺序将如上所述获得的 4 个 1 位代码(从而为从 0 到 15 的任意值)作为表示感兴趣像素块的类的类代码输出。因此, 在本实施例中, 感兴趣的像素块划分为  $2^4=16$  个类。

阈值存储单元 53 存储阈值  $TH_0$  到  $TH_3$ , 以将其与空域频段  $S_0$  到  $S_3$  的功率值  $P_0$  到  $P_3$  进行比较。

在上述情况下, 量化 DCT 系数的 DC 分量  $x_0$  没有用来分类。然而, DC 分量  $x_0$  也可以用来分类。

回到图 5, 如上所述由分类电路 43 输出的类代码作为地址提供给系数表存储单元 44。

系数表存储单元 44 存储其中登记有通过学习处理获得的抽头系数的系数表, 随后将对此进行说明, 并且将在与由分类电路 43 输出的类代码相关联的地址中存储的抽头系数输出到乘积和电路 45。

在本实施例中, 由于对像素块进行分类, 因此, 为感兴趣的像素块获得一个类代码。另一方面, 由于本实施例中的像素块由  $8 \times 8 = 64$  个像素组成, 因此对构成感兴趣像素块的 64 个像素进行解码需要 64 组抽头系数。因此,

系数表存储单元 44 为对应于一个类代码的地址存储 64 组抽头系数。

- 乘积和电路 45 获得由预测抽头系数提取电路 41 输出的预测抽头和由系数表存储单元 44 输出的抽头系数,并且使用预测抽头和抽头系数执行方程(1)所示的线性预测处理(乘积和处理),以将感兴趣像素块的  $8 \times 8$  像素的像素值  
5 作为对应 DCT 块的解码结果输出到解块电路 33(图 3)。

在预测抽头系数提取电路 41 中,感兴趣像素块的每个像素顺序变为感兴趣的像素。乘积和电路 45 然后执行与感兴趣像素块的当前感兴趣像素的像素位置相关联的操作模式下的操作。该操作模式在下面偶尔称作像素位置模式。

- 10 也就是,如果  $P_i$  表示以光栅扫描顺序的感兴趣像素块的像素的第  $i$  个像素,  $P_i$  为感兴趣像素,乘积和电路 45 执行像素位置模式#1 的处理。

- 具体地说,系数表存储单元 44 输出 64 组抽头系数,以对构成感兴趣像素块的 64 个像素中的每个像素进行解码。如果  $W_i$  表示用于对像素  $p_i$  进行解码的一组抽头系数,并且操作模式是像素位置模式#1,乘积和电路 45 使用  
15 预测抽头和 64 组抽头系数中的组  $W_i$  执行方程(1)的乘积和处理,并且使乘积和的结果为像素  $p_i$  的解码结果。

参照图 9 的流程图,说明图 5 的系数转换电路 32A 的处理。

- 由熵解码电路 31 输出的基于块的 DCT 系数由预测抽头系数提取电路 41 和类抽头提取电路 42 进行顺序接收。预测抽头系数提取电路 41 顺序使与向其提供的量化 DCT 系数块(DCT 块)对应的像素块成为感兴趣的像素块。  
20

在步骤 S11,类抽头提取电路 42 提取接收并且用来对感兴趣像素块进行分类的量化 DCT 系数,以形成类抽头,然后类抽头输出到分类电路 43。

在步骤 S12,使用来自类抽头提取电路 42 的类抽头,分类电路 43 对感兴趣的像素块进行分类,以将结果类代码输出到系数表存储单元 44。

- 25 也就是,在图 10 流程图中的步骤 S12,分类电路 43 的功率计算电路 51(图 7),首先在步骤 S21,将构成类抽头的  $8 \times 8$  量化 DCT 系数分裂为四个空域频段  $S_0$  到  $S_3$ ,以计算各个功率值  $P_0$  到  $P_3$ 。这些功率值  $P_0$  到  $P_3$  从功率计算电路 51 输出到类代码生成电路 52。

- 类代码生成电路 52 在步骤 S22 读出阈值  $TH_0$  到  $TH_3$ ,以将来自功率计算电路 51 的功率值  $P_0$  到  $P_3$  与阈值  $TH_0$  到  $TH_3$  进行比较,以根据大小关系生成类代码。然后执行程序返回。  
30



回到图 9, 如上所述在步骤 S12 获得的类代码作为地址从分类电路 43 输出到系数表存储单元 44。

一接收到作为地址的来自分类电路 43 的类代码, 系数表存储单元 44 在步骤 S13 读出存储在地址中的 64 组抽头系数, 以将如此读出的抽头系数输出到乘积和电路 45。

程序然后移到步骤 S14, 其中, 预测抽头系数提取电路 41 提取量化 DCT 系数, 其用来预测以光栅扫描顺序尚未变为感兴趣像素的感兴趣像素块的感兴趣像素之像素值, 以形成预测抽头。这些预测抽头从预测抽头系数提取电路 41 发送到乘积和电路 45。

10 在本实施例中, 由于逐像素块地为像素块的全部像素形成相同的预测抽头, 因此如果仅为初始成为感兴趣像素的像素执行步骤 S14 的处理, 就已足够, 而没有必要对剩余 63 个像素执行处理。

在步骤 S15, 乘积和电路 45 从在步骤 S13 从系数表存储单元 44 输出的 64 组抽头系数中, 获得与感兴趣像素的像素位置模式对应的一组抽头系数, 并且使用该组抽头系数和从预测抽头系数提取电路 41 提供的预测抽头, 乘积和电路 45 执行方程(1)所示的乘积和处理, 以获得感兴趣像素的解码值。

程序然后移到步骤 S16, 其中, 预测抽头系数提取电路 41 验证对于感兴趣像素块的像素是否已全部作为感兴趣像素执行处理。如果在步骤 S16 证实, 对于感兴趣像素块的像素尚未全部作为感兴趣像素进行处理, 程序返回到步骤 S14, 其中, 预测抽头系数提取电路 41 将以光栅扫描顺序尚未变为感兴趣像素的感兴趣像素块的像素作为感兴趣像素重复类似的处理。

如果在步骤 S16 证实, 对感兴趣像素块的全部像素已作为感兴趣像素执行处理, 也就是, 如果已获得感兴趣像素块的全部像素的解码值, 乘积和电路 45 将由解码值构成的像素块(解码块)输出到解块电路 33(图 3), 以完成处理。

25 其中, 每次预测抽头系数提取电路 41 设置新的感兴趣像素块, 重复执行遵循图 9 流程图的处理。

图 11 示出为要存储在图 5 系数表存储单元 44 中的抽头系数执行学习处理的学习设备 60A 的说明性结构。

30 分块电路 61 输入在学习时充当老师的作为老师数据的一个或多个学习图像数据的图像。分块电路 61 如同 JPEG 编码的情况, 将作为老师数据的

图像分块为每个由  $8 \times 8$  像素组成的像素块。

DCT 电路 62 顺序读出由分块电路 61 形成的像素块作为感兴趣的像素块，并且对感兴趣像素块应用 DCT 处理，以使感兴趣像素块变为 DCT 系数块。该 DCT 系数块发送到量化电路 63。

- 5        量化电路 63 根据与在 JPEG 编码中使用的相同的量化表对来自 DCT 电路 62 的 DCT 系数块进行量化，并且顺序将结果量化 DCT 系数块(DCT 块)发送到预测抽头系数提取电路 64 和类抽头提取电路 65。

- 10       预测抽头系数提取电路 64 通过从量化电路 63 的输出提取所需量化 DCT 系数，为以光栅扫描顺序尚未变为感兴趣像素的感兴趣像素块的像素中的感兴趣像素形成与图 5 的预测抽头系数提取电路 41 形成的相同的预测抽头。这些预测抽头作为学习学生的学生数据从预测抽头系数提取电路 64 发送到正则方程求和电路 67。

- 15       类抽头提取电路 65 通过从量化电路 63 的输出提取所需量化 DCT 系数，形成与图 5 的类抽头提取电路 42 形成的相同的类抽头。该类抽头从类抽头提取电路 65 发送到分类电路 66。

使用来自类抽头提取电路 65 的类抽头，分类电路 66 执行与图 5 的分类电路 43 相同的处理，以对感兴趣像素块进行分类，将结果类代码发送到正则方程求和电路 67。

- 20       正则方程求和电路 67 从预测抽头系数提取电路 64 读出作为老师数据的感兴趣像素的像素值，并且实现对作为学生数据形成预测抽头的量化 DCT 系数和感兴趣像素的求和处理。

也就是，正则方程求和电路 67，对与从分类电路 66 提供的类代码对应的类逐个地使用预测抽头(学生数据)，执行学生数据与学生数据的相乘( $x_{in}x_{im}$ )与求和  $\Sigma$  的计算，作为方程(8)的矩阵 A 的各个项。

- 25       正则方程求和电路 67，对与从分类电路 66 提供的类代码对应的类逐个地使用预测抽头(学生数据)和感兴趣像素(老师数据)，执行预测抽头(学生数据)和感兴趣像素(老师数据)的相乘( $x_{in}y_i$ )与求和  $\Sigma$  的计算，作为方程(8)的向量 v 的项。

- 30       为每个类对感兴趣像素的像素位置模式逐个地执行正则方程求和电路 67 中的前述求和。

正则方程求和电路 67 对构成提供给分块电路 61 的老师图像的全部像素

作为感兴趣像素执行上述求和,从而为每个类的每个像素位置模式建立方程(8)所示的正则方程。

抽头系数确定电路 68 对在正则方程求和电路 67 中逐像素位置模式为每个类生成的正则方程进行求解,逐类地得到 64 组抽头系数,以将由此得到  
5 的抽头系数发送到与系数表存储单元 69 的各个类对应的地址。

根据所提供作为学习图像的图像数目,或图像内容,可能出现产生一个其中不能获得得到抽头系数所需的正则方程数目的类。对于这种类,抽头系数确定电路 68 输出例如缺省抽头系数。

系数表存储单元 69 存储从抽头系数确定电路 68 向其提供的,每个类的  
10 64 组抽头系数。

现在参照图 12 的流程图,说明图 11 的学习设备 60A 的处理(学习处理)。

输入作为老师数据的学习图像数据的分块电路 61,如同 JPEG 编码的情况,将作为老师数据的图像数据分块为  $8 \times 8$  像素块。程序然后移到步骤 S32,其中,DCT 电路 62 顺序读出由分块电路 61 形成的像素块,并且对感兴趣  
15 的像素块应用 DCT 处理,以使该像素块变为 DCT 系数块。程序然后移到步骤 S33,其中,量化电路 63 顺序读出 JPEG 编码所获得的 DCT 系数块,以形成每个由量化 DCT 系数构成的块(DCT 块)。

程序然后移到步骤 S34,其中,类抽头提取电路 65 将由分块电路 61 分块并且尚未变为感兴趣像素块的像素块变为感兴趣的像素块。类抽头提取电  
20 路 65 还从在量化电路 63 中获得的 DCT 块提取用来对感兴趣像素块进行分类的量化 DCT 系数,以形成发送到分类电路 66 的类抽头。如同参照图 10 流程图说明的情况,分类电路 66 在步骤 S35,使用来自类抽头提取电路 65 的类抽头对感兴趣的像素块进行分类,并且将结果类代码发送到正则方程求和电路 67。程序然后移到步骤 S36。

25 在步骤 S36,预测抽头系数提取电路 64 以光栅扫描顺序将尚未变为感兴趣像素的感兴趣像素块的像素变为感兴趣的像素,并且从量化电路 63 的输出提取所需量化 DCT 系数,以形成与由图 5 的预测抽头系数提取电路 41 形成的相同的预测抽头。预测抽头系数提取电路 64 将感兴趣像素的预测抽头作为学生数据发送到正则方程求和电路 67。程序然后移到步骤 S37。

30 在步骤 S37,正则方程求和电路 67 从分块电路 61 读出作为老师数据的感兴趣像素,并且对形成作为学生数据的预测抽头的量化 DCT 系数和作为

老师数据的感兴趣像素执行如上所述的方程(8)的矩阵  $A$  和向量  $v$  的求和处理。为与来自分类电路 66 的类代码对应的每个类对感兴趣像素的每个像素位置模式执行该求和。

- 5 程序然后移到步骤 S38, 其中, 预测抽头系数提取电路 64 验证是否感兴趣像素块的全部像素已作为感兴趣像素完成求和。如果感兴趣像素块的全部像素尚未作为感兴趣像素完成求和, 程序然后移到步骤 S36, 其中, 预测抽头系数提取电路 64 以光栅扫描顺序使尚未变为感兴趣像素的感兴趣像素块的像素成为新的感兴趣像素。重复上述处理。

- 10 如果在步骤 S38 证实感兴趣像素块的全部像素已作为感兴趣像素完成求和, 程序然后移到步骤 S39, 其中, 分块电路 61 验证是否从作为老师数据的图像获得的全部像素块已作为感兴趣像素块完成处理。如果在步骤 S39 证实从作为老师数据的图像获得的像素块尚未全部作为感兴趣像素块完成处理, 程序回到步骤 S34, 其中, 使由分块电路 61 形成并且尚未变为感兴趣像素块的像素块变为新的感兴趣像素块。然后, 重复执行类似处理。

- 15 如果在步骤 S39 证实, 从作为老师数据的图像获得的全部像素块已作为感兴趣像素块完成处理, 也就是, 如果为每个类在正则方程求和电路 67 中已获得每个像素位置模式的正则方程, 程序然后移到步骤 S40, 其中, 抽头系数确定电路 68 对为每个类的像素位置模式逐个生成的正则方程进行求解, 得到每个类的各个 64 个像素位置模式中的每个模式的 64 组抽头系数, 20 以将由此得到的抽头系数发送到系数表存储单元 69 的每个类的地址, 以在其中进行存储。然后程序结束。

如上所述, 存储在系数表存储单元 69 中的各个类的抽头系数存储在图 5 的系数表存储单元 44 中。

- 25 因此, 通过实现学习已获得存储在系数表存储单元 44 中的抽头系数, 从而通过线性预测计算获得的原始像素值的预测值的预测误差(在此为平方差)将在统计上最小。结果是通过图 5 的系数转换电路 32A, JPEG 编码图像可以解码为无限近似于原始图像的图像。

而且, 由于同时执行对 JPEG 编码图像进行解码的处理和用于改善图像质量的处理, 因此从 JPEG 编码图像可以有效产生高质量的解码图像。

- 30 图 13 示出图 3 的系数转换电路 32 的另一说明性结构。其中, 用相同的参考号描述类似于图 5 所示的部件或组件。也就是, 图 13 所示的系数转换

电路 32B 除了新提供逆量化电路 71 之外,基本上类似于图 5 所示的电路进行构造。

在图 13 所示的系数转换电路 32B 中,逆量化电路 71 输入通过在熵解码电路 31(图 3)中对编码数据进行熵解码获得的基于块的量化 DCT 系数。

- 5       其中,在熵解码电路 31 中,从编码数据不仅获得量化 DCT 系数,而且获得量化表。在图 13 的熵解码电路 31 中,该量化表从熵解码电路 31 提供到逆量化电路 71。

逆量化电路 71 对来自熵解码电路 31 的量化 DCT 系数进行逆量化,以将结果 DCT 系数发送到预测抽头系数提取电路 41 和类抽头提取电路 42。

- 10       因此,在预测抽头系数提取电路 41 和类抽头提取电路 42 中,对 DCT 系数,而不是量化 DCT 系数形成预测抽头和类抽头。随后对 DCT 系数执行类似于图 5 所示的处理。

- 15       因此,图 13 的系数转换电路 32B 不是对量化 DCT 系数而是对 DCT 系数执行处理,从而,存储在系数表存储单元 44 中的抽头系数不同于图 5 所示的抽头系数是必要的。

- 20       图 14 示出适用于学习存储在图 13 的系数表存储单元 44 中的抽头系数的学习设备 60B 的另一说明性结构。用相同的参考号表示与图 11 所示对应的图 14 的部件或组件,并且为简洁起见,有时省略对应的说明。也就是,图 14 所示的学习设备 60B 除了在量化电路 63 的后面新提供逆量化电路 81 之外,基本上类似于图 11 所示的电路进行构造。

在图 14 所示的学习设备 60B 中,类似于图 13 的逆量化电路 71,逆量化电路 81 对由量化电路 63 输出的量化 DCT 系数进行逆量化。结果 DCT 系数发送到预测抽头系数提取电路 64 和类抽头提取电路 65 中。

- 25       因此,在预测抽头系数提取电路 64 和类抽头提取电路 65 中,对 DCT 系数,而不是量化 DCT 系数形成预测抽头和类抽头。随后对 DCT 系数执行类似于图 11 所示的处理。

结果是,产生减小由于 DCT 系数的量化和逆量化导致的量化误差效果的抽头系数。

- 30       图 15 示出图 3 的系数转换电路 32 的变型说明性结构。用相同的参考号表示与图 5 所示对应的图 15 的部件或组件,并且为简洁起见,有时省略对应的说明。也就是,图 15 所示的系数转换电路 32C 除了缺少类抽头提取电

路 42 和分类电路 43 之外,基本上类似于图 5 所示的电路进行构造。

因此,图 15 所示的系数转换电路 32C 缺少类的概念,也可以说,相当于类的数目为 1。因此,只有一个类的抽头系数存储在系数表存储单元 44 中,从而使用该一个类的抽头系数执行处理。

- 5 也就是,在图 15 的系数转换电路 32C 中,存储在系数表存储单元 44 中的抽头系数不同于图 5 所示的抽头系数。

图 16 示出适用于学习要存储在图 15 的系数表存储单元 44 中的抽头系数的学习设备 60C 的说明性结构。其中,用相同的参考号表示与图 11 所示对应的图 16 的部件或组件,并且为简洁起见,有时省略对应的说明。也就是,图 16 所示的学习设备 60C 除了缺少类抽头提取电路 65 和分类电路 66 之外,基本上类似于图 11 所示的电路进行构造。

因此,在图 16 的学习设备 60C 中,不依赖于类,在正则方程求和电路 67 中执行上述求和。抽头系数确定电路 68 对逐像素位置模式生成的正则方程进行求解,以得到抽头系数。

- 15 图 17 示出图 3 系数转换电路 32 的另一说明性结构。其中,用相同的参考号表示与图 5 或 13 所示对应的图 17 的部件或组件,并且为简洁起见,有时省略对应的说明。也就是,图 17 所示的系数转换电路 32D 除了缺少类抽头提取电路 42 和分类电路 43,并且新提供逆量化电路 71 之外,基本上类似于图 5 所示的电路进行构造。

- 20 因此,类似于图 15 的系数转换电路 32C,图 17 的系数转换电路 32D 只存储一个类的类系数,并且使用这些一个类的抽头系数执行处理。

而且,在图 17 的系数转换电路 32D 中,如同在图 13 的系数转换电路 32B 中,不是对量化 DCT 系数,而是对由逆量化电路 71 输出的 DCT 系数形成预测抽头。随后,对 DCT 系数执行进一步的处理。

- 25 因此,在图 17 所示的系数转换电路 32D 中,存储在系数表存储单元 44 中的抽头系数不同于图 5 所示的抽头系数。

因此,图 18 示出执行要存储在图 17 的系数表存储单元 44 中的抽头系数的学习处理的学习设备 60D 的说明性结构。其中,用相同的参考号表示与图 11 或图 14 所示对应的图 18 的部件或组件,并且为简洁起见,有时省略对应的说明。也就是,图 18 所示的学习设备 60C 除了缺少类抽头提取电路 65 和分类电路 66,并且新提供逆量化电路 81 之外,基本上类似于图 18

所示的学习设备进行构造。

因此，在图 18 所示的学习设备 60D 中，在预测抽头系数提取电路 64 中对 DCT 系数而不是量化 DCT 系数形成预测抽头。随后，对 DCT 系数执行进一步的处理。而且，正则方程求和电路 67 不依赖于类，执行前述求和。从而抽头系数确定电路 68 对不依赖于类生成的正则方程进行求解，以得到抽头系数。

虽然前面描述是结合通过设计用于对静止图像进行压缩编码的 JPEG 编码产生的图像进行的，处理例如通过 MPEG 编码获得的图像也是可能的。

也就是，图 19 示出当执行 MPEG 编码时，编码器 21 的说明性结构。

在图 19 所示的编码器 21 中，构成要用 MPEG 编码的运动图像的帧或域顺序发送到运动检测电路 91 和计算单元 92。

运动检测电路 91 根据宏块检测向其提供的帧的运动向量，以将所检测的运动向量发送到熵编码电路 96 和运动补偿电路 100。

如果向计算单元 92 提供的图像是 I-图像(intra-picture, 内图像)，计算单元 92 根据宏块直接将它发送到分块电路 93。如果向计算单元 92 提供的图像是 P-图像(predictive coded picture, 预测编码图像)或 B-图像(bidirectionally predicted picture, 双向预测图像)，计算单元 92 计算与从运动补偿电路 100 提供的基准图像的差，以将差值发送到分块电路 93。

分块电路 93 将计算单元 92 的输出分块为向 DCT 电路 94 提供的  $8 \times 8$  像素。DCT 电路 94 对来自分块电路 93 的像素块应用 DCT 处理，以将结果 DCT 系数发送到量化电路 95。量化电路 95 以预设量化步长对作为结果的基于块的 DCT 系数进行量化，以将结果量化 DCT 系数发送到熵编码电路 96。熵编码电路 96 对来自量化电路 95 的量化 DCT 系数进行熵编码，以添加来自运动检测电路 91 的运动向量和其他类似所需信息，以输出作为 MPEG 编码数据的结果编码数据。

对于由量化电路 95 输出的量化 DCT 系数，I-图像和 P-图像需要进行局部解码，以用作随后的编码 P-图像和 B-图像的基准图像。因此，这些图像不仅发送到熵编码电路 96，而且发送到逆量化电路 97。

逆量化电路 97 将来自量化电路 95 的量化 DCT 系数逆量化为发送到反向 DCT 电路 98 的 DCT 系数。反向 DCT 电路 98 对来自逆量化电路 97 的 DCT 系数应用反向 DCT，以输出结果到计算单元 99。该计算单元 99 不仅输入反

向 DCT 电路 98 的输出, 而且输入由运动补偿电路 100 输出的基准图像。如果反向 DCT 电路 98 的输出为 P-图像, 计算单元 99 将该输出加到运动补偿电路 100 的输出, 以对提供给运动补偿电路 100 的原始图像进行解码。如果反向 DCT 电路 98 的输出为 I-图像, 输出为解码 I-图像, 它直接提供给运动补偿电路 100。

运动补偿电路 100 根据来自运动检测电路 91 的运动向量对从计算单元 99 提供的局部解码图像进行运动补偿, 以将经过运动补偿的图像作为基准图像发送到计算单元 92 和计算单元 99。

图 20 示出用于对通过上述 MPEG 编码获得的编码数据进行解码的 MPEG 解码器 110 的说明性结构。

在该 MPEG 解码器 110 中, 编码数据发送到熵解码电路 111。该熵解码电路 111 对编码数据进行熵解码, 以产生量化 DCT 系数、运动向量和其他信息。量化 DCT 系数发送到逆量化电路 112, 而运动向量发送到运动补偿电路 116。

逆量化电路 112 对来自熵解码电路 111 的量化 DCT 系数进行逆量化, 以形成向反向 DCT 电路 113 提供的 DCT 系数。

反向 DCT 电路 113 对来自逆量化电路 112 的量化 DCT 系数应用反向 DCT, 然后将其发送到计算单元 114。计算单元 114 不仅输入反向 DCT 电路 113 的输出, 而且输入作为基准图像的运动补偿电路 116 的输出, 它是来自熵解码电路 111 的运动向量补偿过的已经经过解码的 I-图像或 P-图像。如果反向 DCT 电路 113 的输出为 P-图像或 B-图像, 计算单元 114 将该输出加到运动补偿电路 100 的输出, 以对发送到解块电路 115 的原始图像进行解码。如果反向 DCT 电路 113 的输出为 I-图像, 输出为解码 I-图像, 它直接发送到解块电路 115。

解块电路 115 根据像素块对向其提供的解码图像进行解块, 以产生并输出解码图像。

另一方面, 运动补偿电路 116 在从计算单元 114 输出的解码图像中接收 I-图像和 P-图像, 以根据来自熵解码电路 111 的运动向量用运动补偿处理这些图像。运动补偿电路 116 将经过运动补偿的图像作为基准图像发送到计算单元 114。

图 3 的解码器 22 能够将 MPEG 编码数据有效地解码为高图像质量的图



像。

也就是，编码数据发送到熵解码电路 31，然后熵解码电路 31 对编码数据进行熵解码。通过该熵解码获得的量化 DCT 系数、运动向量和其他信息从熵解码电路 31 发送到系数转换电路 32。

- 5      使用来自熵解码电路 31 的量化 DCT 系数 Q 和通过学习得到的抽头系数，系数转换电路 32 执行预设预测计算，同时它根据来自熵解码电路 31 的运动向量执行运动补偿，以将量化 DCT 系数解码为发送到解块电路 33 的原始像素值。

- 10      解块电路 33 对来自系数转换电路 32 的解码像素的像素块进行解块，以产生并输出解码图像。

- 图 21 示出在用解码器 22 对 MPEG 编码数据进行解码的情况下，系数转换电路 32 的说明性结构。其中，用相同的参考号表示与图 17 或 20 所示对应的部件或组件，并且不作具体说明。也就是，图 21 所示的系数转换电路 32E 除了如图 20 所示在乘积和电路 45 的下游提供有计算单元 114 和运动  
15      补偿电路 116 之外，基本上类似于图 17 进行构造。

因此，在图 21 所示的系数转换电路 32E 中，代替图 20 所示的反向 DCT 电路 113 的反向 DCT 处理，执行采用抽头系数的预测计算。随后，采用如同图 20 的方式，获得解码图像。

- 图 22 示出适用于学习要存储在图 21 的系数表存储单元 44 中的抽头系  
20      数的学习设备 60E 的说明性结构。其中，用相同的参考号表示与图 18 所示对应的部件或组件，并且不作具体说明。

- 在图 22 所示的学习设备 60E 中，运动向量检测电路 121 和计算单元 122 输入作为老师数据的学习图像。运动检测电路 121、计算单元 122、分块电路 123、DCT 电路 124、量化电路 125、逆量化电路 127、反向 DCT 电路 128、  
25      计算单元 129 或运动补偿电路 130 分别执行类似于由图 19 的运动检测电路 91、计算单元 92、分块电路 93、DCT 电路 94、量化电路 95、逆量化电路 97、反向 DCT 电路 98、计算单元 99 或运动补偿电路 100 执行的处理，从而类似于由图 19 的量化电路 95 输出的量化 DCT 系数从量化电路 125 输出。

- 由量化电路 125 输出的量化 DCT 系数，发送到逆量化电路 81，然后逆  
30      量化电路 81 将来自量化电路 125 的量化 DCT 系数逆量化为提供给预测抽头系数提取电路 64 的 DCT 系数。该预测抽头系数提取电路 64 从来自逆量化

电路 81 的 DCT 系数形成预测抽头, 以将结果预测抽头发送到正则方程求和电路 67。

正则方程求和电路 67 对作为老师数据的计算单元 122 的输出和作为学生数据的来自逆量化电路 81 的预测抽头执行前述求和, 以生成正则方程。

- 5       抽头系数确定电路 68 对由正则方程求和电路 67 生成的正则方程进行求解, 以得到抽头系数, 然后这些抽头系数发送并存储在系数表存储单元 69 中。

- 10       由于使用由此得到的抽头系数对 MPEG 编码数据进行解码, 在乘积和电路 45 中, 可以同时执行对 MPEG 编码数据的解码和用于改善图像质量的处理, 从而可以从 MPEG 编码数据获得高图像质量的解码图像。

其中, 可以不采用逆量化电路 71 形成系数转换电路 32E。在这种情况下, 可以不提供逆量化电路 81 形成学习设备 60E。

- 15       也可以如同图 5 所示的情况, 使用类抽头提取电路 42 和分类电路 43 设计图 21 的系数转换电路 32E。在这种情况下, 如同图 11 的情况, 学习设备 60E 可以设计为带类抽头提取电路 65 和分类电路 66。

根据本发明, 如上所述, 其中, 随同所转换的数据一起获得并使用通过学习得到的抽头系数, 执行预设计算以将所转换的数据解码为原始数据, 可以有效地对所转换的数据进行解码。

- 20       而且, 根据本发明, 其中, 作为老师的老师数据至少进行正交变换或变换到频域, 以生成作为学生的学生数据, 并且其中, 为了得到抽头系数, 执行学习, 以在统计上最小化通过使用抽头系数和学生数据的预测计算获得的老师数据的预测值的预测误差, 经过正交或频率变换的数据可以使用这些抽头系数进行有效的解码。

下面对本发明的一个变型实施例进行说明。

- 25       在现在说明的变型中, 如图 23 所示, 由熵解码电路 231、系数解码电路 232 和解块电路 233 组成的解码器 222 用作图 2 所示的解码器 22, 以对编码数据进行解码。

- 30       编码数据输入到熵解码电路 231, 然后熵解码电路 231 对编码数据进行熵解码, 以将基于块的量化 DCT 系数 Q 发送到系数解码电路 232。其中, 虽然不仅熵编码量化 DCT 系数, 而且量化表包含在编码数据中, 但是该量化表在必要时可以用于对量化 DCT 系数进行解码。

使用来自熵解码电路 231 的量化 DCT 系数  $Q$  和通过学习得到的抽头系数, 系数解码电路 232 执行预设预测计算, 以获得对应于解码为原始  $8 \times 8$  像素块的基于块的量化 DCT 系数, 并且用改善原始块的图像质量的方式进行过处理的数据。也就是, 虽然原始块由  $8 \times 8$  像素构成, 系数转换电路 232 产生由  $16 \times 16$  像素组成的块, 加倍  $8 \times 8$  像素的水平和垂直空域分辨率, 作为采用抽头系数的预测计算结果。在此, 系数解码电路 232 将由  $8 \times 8$  量化 DCT 系数组成的块解码为由  $16 \times 16$  像素组成的块, 并且输出后面的块。

解块电路 233 对在系数解码电路 232 中获得的  $16 \times 16$  像素块进行解块, 以改善空域分辨率, 输出结果解码图像。

10 参照图 25 的流程图, 说明图 23 解码器 222 的处理。

编码数据顺序提供给熵解码电路 231。在步骤 S101, 熵解码电路 231 对编码数据进行熵解码, 并且将基于块的量化 DCT 系数  $Q$  发送到系数解码电路 232, 在步骤 102, 系数解码电路使用抽头系数和执行预测计算, 以生成高分辨率的块, 它经过对来自熵解码电路 231 的基于块的量化 DCT 系数  $Q$  进行解码, 并且块空域分辨率被改变。由此产生的高分辨率块发送到解块电路 233。解块电路 233 在步骤 S103 执行对来自系数解码电路 232 的经过改善空域分辨率的块的解块, 以输出结果高分辨率编码图像, 来结束处理。

图 23 的系数解码电路 232 采用上述分类自适应处理, 将量化的 DCT 系数解码为像素值, 以产生经过空域分辨率改善的图像。

20 图 26 示出适用于将量化 DCT 系数解码为像素值的图 23 的系数解码电路 232 的说明性结构。

在图 26 所示的系数解码电路 232A 中, 由熵解码电路 231(图 23)输出的基于块的量化 DCT 系数发送到基于块的预测抽头提取电路 241 和类抽头提取电路 242。

25 预测抽头提取电路 241 将与向其提供的  $8 \times 8$  量化 DCT 系数块(下面偶尔称作 DCT 块)对应的高图像质量的像素值块顺序设置为感兴趣的高图像质量块。这些高图像质量的像素值块在本阶段没有出现, 但事实上是预先假定的, 并且在下面偶尔称作高图像质量块。而且构成感兴趣高图像质量块的像素以光栅扫描顺序依次变为感兴趣的像素。总言之, 预测抽头提取电路 241 提取用来预测感兴趣像素的像素值的量化 DCT 系数, 以用作预测抽头。

30 也就是, 预测抽头提取电路 241 提取与感兴趣的像素所属的高图像质量

块对应的 DCT 块的全部量化 DCT 系数, 即  $8 \times 8 = 64$  个量化 DCT 系数, 作为预测抽头, 如图 6 所示。因此, 在本实施例中, 为特定高图像质量块的所有像素形成相同的预测抽头。作为替换, 还可以对感兴趣的像素逐个地用不同的量化 DCT 系数形成预测抽头。

- 5        在预测抽头提取电路 241 中获得的, 构成高图像质量块的各个像素的预测抽头, 即对应于  $16 \times 16 = 256$  像素集的每个像素的 256 组预测抽头, 发送到乘积和电路 45。然而, 由于为一个高图像质量块的所有像素形成相同的预测抽头, 因此如果对一个高图像质量块将一组预测抽头提供给乘积和电路 245, 实际上是足够的。

- 10       类抽头提取电路 242 提取用于将感兴趣的像素划分为多个类中的一个的量化 DCT 系数, 以用作类抽头。

- 在 JPEG 编码时, 对  $8 \times 8$  像素块逐个地对图像进行编码, 即 DCT 和量化。该  $8 \times 8$  像素块在下面偶尔称作像素块。因此改善到高图像质量的, 属于对应于像素块的高图像质量块的像素例如划分为同一类。也就是, 类似于
- 15       预测抽头提取电路 241, 类抽头提取电路 242 提取图 6 所示的与感兴趣的像素所属的高图像质量块对应的 DCT 块的全部  $8 \times 8$  量化 DCT 系数, 作为类抽头。

- 注意, 将属于一个高图像质量块的各个像素分配为同一类相当于对像素块进行分类。因此, 如果类抽头提取电路 242 不是形成用于对构成感兴趣的
- 20       高图像质量像素块的  $16 \times 16 = 256$  个像素中的每个进行分类的 256 组类抽头, 而是形成用于对感兴趣的高图像质量像素块进行分类的一组类抽头, 是足够的。因此, 为了逐个高图像质量像素块地对高图像质量像素块进行分类, 类抽头提取电路 242 提取与高图像质量像素块相关联的 DCT 块的 64 个量化 DCT 系数, 用作类抽头。

- 25       其中, 形成预测抽头或类抽头的量化 DCT 系数不限于这些上述模式。

在类抽头提取电路 242 中获得的感兴趣高图像质量像素块的类抽头提供给分类电路 243。分类电路根据来自类抽头提取电路 242 的类抽头对感兴趣的高图像质量像素块进行分类, 以输出与如此获得的类对应的类代码。

- 例如, 可以使用 ADRC 作为分类方法。使用采用 ADRC 的方法, 形成
- 30       类抽头的量化 DCT 系数用 ADRC 进行处理。根据结果 ADRC 码确定感兴趣像素块的类。

其中,在本实施例中,分类电路243从形成类抽头的量化DCT系数提取高关键度的特征值,并且根据这些特征值进行分类,以减少类的数目。

图27示出图26的分类电路243的说明性结构。

类抽头适用于提供给功率计算电路251。功率计算电路251将形成类抽头的量化DCT系数分裂为多个空域频段,并且计算各个频段的功率值。

也就是,功率计算电路51将形成类抽头的 $8 \times 8$ 量化DCT系数分裂为四个空域频段 $S_0$ 、 $S_1$ 、 $S_2$ 和 $S_3$ ,例如图6所示。空域频段 $S_0$ 由4个量化DCT系数 $x_0$ 、 $x_1$ 、 $x_8$ 、 $x_9$ 构成,空域频段 $S_1$ 由12个量化DCT系数 $x_2$ 、 $x_3$ 、 $x_4$ 、 $x_5$ 、 $x_6$ 、 $x_7$ 、 $x_{10}$ 、 $x_{11}$ 、 $x_{12}$ 、 $x_{13}$ 、 $x_{14}$ 、 $x_{15}$ 构成,空域频段 $S_2$ 由12个量化DCT系数 $x_{16}$ 、 $x_{17}$ 、 $x_{24}$ 、 $x_{25}$ 、 $x_{32}$ 、 $x_{33}$ 、 $x_{40}$ 、 $x_{41}$ 、 $x_{48}$ 、 $x_{49}$ 、 $x_{56}$ 、 $x_{57}$ 构成,并且空域频段 $S_3$ 由36个量化DCT系数 $x_{18}$ 、 $x_{19}$ 、 $x_{20}$ 、 $x_{21}$ 、 $x_{22}$ 、 $x_{23}$ 、 $x_{26}$ 、 $x_{27}$ 、 $x_{28}$ 、 $x_{29}$ 、 $x_{30}$ 、 $x_{31}$ 、 $x_{34}$ 、 $x_{35}$ 、 $x_{36}$ 、 $x_{37}$ 、 $x_{38}$ 、 $x_{39}$ 、 $x_{42}$ 、 $x_{43}$ 、 $x_{44}$ 、 $x_{45}$ 、 $x_{46}$ 、 $x_{47}$ 、 $x_{50}$ 、 $x_{51}$ 、 $x_{52}$ 、 $x_{53}$ 、 $x_{54}$ 、 $x_{55}$ 、 $x_{58}$ 、 $x_{59}$ 、 $x_{60}$ 、 $x_{61}$ 、 $x_{62}$ 、 $x_{63}$ 构成。

而且,功率计算电路251为空域频段 $S_0$ 到 $S_3$ 中的每个频段计算量化DCT系数的AC分量的功率值 $P_0$ 、 $P_1$ 、 $P_2$ 和 $P_3$ ,以将如此计算的 $P_0$ 、 $P_1$ 、 $P_2$ 和 $P_3$ 输出到类代码生成电路252。

也就是,功率计算电路251得到4个量化DCT系数 $x_0$ 、 $x_1$ 、 $x_8$ 、 $x_9$ 的AC分量 $x_1$ 、 $x_8$ 、 $x_9$ 的平方和值 $x_1^2 + x_8^2 + x_9^2$ ,以将该结果平方和作为功率 $P_0$ 输出到类代码生成电路252。功率计算电路251还得到空域频段 $S_1$ 的12个量化DCT系数的AC分量的平方和(即全部12个量化DCT系数),以将该结果平方和作为功率 $P_1$ 输出到类代码生成电路252。功率计算电路251,还如同如上所述的空域频段 $S_1$ 的情况,分别得到空域频段 $S_2$ 和 $S_3$ 的功率值 $P_2$ 和 $P_3$ ,以将结果功率值输出到类代码生成电路252。

类代码生成电路252将来自功率计算电路251的功率值 $P_0$ 、 $P_1$ 、 $P_2$ 和 $P_3$ 与存储在阈值存储单元253中的对应阈值 $TH_0$ 、 $TH_1$ 、 $TH_2$ 和 $TH_3$ 进行比较,以根据其大小关系输出类代码。也就是,类代码生成电路252将功率 $P_0$ 与阈值 $TH_0$ 进行比较,以产生表示大小关系的1位代码。采用类似的方式,类代码生成电路252将功率 $P_0$ 与阈值 $TH_0$ 进行比较,以产生表示其大小关系的1位代码。同样地,类代码生成电路252将功率 $P_1$ 与阈值 $TH_1$ 、功率 $P_2$ 与阈值 $TH_2$ 、和功率 $P_3$ 与阈值 $TH_3$ 进行比较,以为每个功率-阈值组合产生一个1位代码。类代码生成电路252以例如预设顺序将如上所述获得的4个

1 位代码(从而为从 0 到 15 的任意值)作为表示感兴趣像素块的类的类代码。因此,在本实施例中,感兴趣的像素块划分为  $2^4=16$  个类。

阈值存储单元 253 存储阈值  $TH_0$  到  $TH_3$ , 以将其与空域频段  $S_0$  到  $S_3$  的功率值  $P_0$  到  $P_3$  进行比较。

- 5 回到图 26, 如上所述由分类电路 243 输出的类代码作为地址提供给系数表存储单元 244。

系数表存储单元 44 存储其中登记有通过学习处理(随后将对此进行说明)获得的抽头系数的系数表, 并且将与由分类电路 243 输出的类代码相关联的地址中存储的抽头系数输出到乘积和电路 245。

- 10 在本实施例中, 为感兴趣的像素块获得一个类代码。另一方面, 由于本实施例中的高图像质量像素块由  $16 \times 16=256$  个像素组成, 因此对构成感兴趣像素块的 256 个像素进行解码需要 256 组抽头系数。因此, 系数表存储单元 244 为对应于一个类代码的地址存储 256 组抽头系数。

- 乘积和电路 245 获得由预测抽头系数提取电路 241 输出的预测抽头和由  
15 系数表存储单元 244 输出的抽头系数, 并且使用预测抽头和抽头系数执行方程(1)所示的线性预测处理(乘积和处理), 以将感兴趣像素块的  $16 \times 16$  像素的像素值的预测值作为对应 DCT 块的解码结果输出到解块电路 233(图 23)。

- 在预测抽头系数提取电路 241 中, 感兴趣像素块的每个像素顺序变为感兴趣的像素。乘积和电路 245 然后执行与感兴趣像素块的当前感兴趣像素的  
20 像素位置相关联的操作模式下的处理。该操作模式在下面偶尔称作像素位置模式。

也就是, 如果  $P_i$  表示以光栅扫描顺序的感兴趣像素块的像素的第  $i$  个像素, 像素  $P_i$  为感兴趣像素, 乘积和电路 245 执行像素位置模式#1 的处理。

- 具体地说, 系数表存储单元 244 输出 256 组抽头系数, 以对构成感兴趣  
25 像素块的 256 个像素中的每个像素进行解码。如果  $W_i$  表示用于对像素  $P_i$  进行解码的一组抽头系数, 并且操作模式是像素位置模式#1, 乘积和电路 245 使用预测抽头和 64 组抽头系数中的  $W_i$  组执行方程(1)的乘积和处理, 并且使乘积和的结果为像素  $P_i$  的解码结果。

参照图 28 的流程图, 说明图 28 的系数转换电路 232A 的处理。

- 30 由熵解码电路 231(图 23)输出的基于块的 DCT 系数由预测抽头系数提取电路 241 和类抽头提取电路 242 进行顺序接收。预测抽头系数提取电路 241

顺序使与向其提供的量化 DCT 系数块(DCT 块)对应的像素块成为感兴趣的像素块。

在步骤 S111, 类抽头提取电路 242 提取接收并且用来对感兴趣像素块进行分类的量化 DCT 系数, 以形成类抽头, 然后类抽头输出到分类电路 243。

- 5      在步骤 S112, 使用来自类抽头提取电路 242 的类抽头, 分类电路 243 对感兴趣的高图像质量像素块进行分类, 以将结果类代码输出到系数表存储单元 244。

- 10      也就是, 在图 29 流程图中的步骤 S112, 分类电路 243 的功率计算电路 251(图 27), 首先在步骤 S121, 将构成类抽头的  $8 \times 8$  量化 DCT 系数分裂为四个空域频段  $S_0$  到  $S_3$ , 以计算各个功率值  $P_0$  到  $P_3$ 。这些功率值  $P_0$  到  $P_3$  从功率计算电路 251 输出到类代码生成电路 252。

类代码生成电路 252 在步骤 S122 从功率计算电路 251 读出阈值  $TH_0$  到  $TH_3$ , 以将来自功率计算电路 251 的功率值  $P_0$  到  $P_3$  与阈值  $TH_0$  到  $TH_3$  进行比较, 以根据各个大小关系生成类代码。然后执行程序返回。

- 15      回到图 28, 如上所述在步骤 S112 获得的类代码作为地址从分类电路 243 输出到系数表存储单元 244。

一接收到作为地址的来自分类电路 243 的类代码, 系数表存储单元 244 在步骤 S113 读出存储在地址中的 256 组抽头系数(与类代码的类对应的 256 组抽头系数), 以将如此读出的抽头系数输出到乘积和电路 245。

- 20      程序然后移到步骤 S114, 其中, 预测抽头系数提取电路 241 以光栅扫描顺序使尚未变为感兴趣像素的感兴趣像素块的像素变为感兴趣像素, 提取用来预测感兴趣像素的像素值的量化 DCT 系数, 以形成预测抽头。这些预测抽头从预测抽头系数提取电路 241 发送到乘积和电路 245。

- 25      在本实施例中, 由于逐高图像质量像素块地为高图像质量像素块的全部像素形成相同的预测抽头, 因此如果仅为初始变为感兴趣像素的像素执行步骤 S14 的处理, 就已足够, 而没有必要对剩余 255 个像素执行处理。

- 30      在步骤 S115, 乘积和电路 245 从在步骤 S113 从系数表存储单元 244 输出的 256 组抽头系数中, 获得与感兴趣像素的像素位置模式对应的一组抽头系数, 并且使用该组抽头系数和从预测抽头系数提取电路 241 提供的预测抽头, 乘积和电路 245 执行方程(1)所示的乘积和处理, 以获得感兴趣像素的解码值。

程序然后移到步骤 S116, 其中, 预测抽头系数提取电路 241 验证对于感兴趣高图像质量像素块的像素是否已全部作为感兴趣像素执行处理。如果在步骤 S116 证实, 对于感兴趣高图像质量像素块的像素尚未全部作为感兴趣像素执行处理, 程序返回到步骤 S114, 其中, 预测抽头系数提取电路 241 5 将以光栅扫描顺序尚未变为感兴趣像素的感兴趣高质量像素块的感兴趣像素之像素值作为感兴趣像素重复类似的处理。

如果在步骤 S116 证实, 对于感兴趣高图像质量像素块的全部像素已作为感兴趣像素进行处理, 也就是, 如果已获得感兴趣高图像质量像素块的全部像素的解码值, 即解码为  $8 \times 8$  像素, 然后通过改善图像质量变为  $16 \times 16$  10 像素的  $8 \times 8$  量化 DCT 系数, 乘积和电路 245 将由解码值构成的高图像质量块输出到解块电路 233(图 23), 以完成处理。

其中, 每次预测抽头系数提取电路 241 设置新的感兴趣高图像质量像素块, 重复执行遵循图 28 流程图的处理。

图 30 示出为存储在图 26 的系数表存储单元 244 中的抽头系数执行学习 15 处理的学习设备 270A 的说明性结构。

在学习设备 270A 中, 抽取电路 260 输入一个或多个学习图像数据的图像, 作为学习时成为老师的老师数据。抽取电路 260 通过由图 26 系数解码电路 232A 中的乘积和电路 245 执行的乘积和处理, 处理用于改善作为老师数据的图像的图像质量的, 作为老师数据的图像。由于该处理在水平和垂直 20 方向上, 将  $8 \times 8$  像素的空域分辨率转换为  $16 \times 16$  像素, 双倍化  $8 \times 8$  像素的空域分辨率, 因此抽取电路 260 抽取作为老师数据的图像数据的像素, 使水平和垂直像素的数目减为一半。该图像数据在下面偶尔称作准老师数据。

作为准老师数据的图像数据具有与要在编码器 21(图 2)中用 JPEG 编码进行编码的图像数据相同的图像质量(分辨率)。例如, 如果要进行 JPEG 编 25 码的图像为 SD(standard resolution, 标准分辨率)图像, 使用水平和垂直像素为 SD 图像的两倍的高密度(high density, HD)图像, 作为老师数据的图像, 是必要的。

分块电路 261 如同 JPEG 编码的情况, 将 SD 图像, 作为由抽取电路 260 生成的, 一个或多个准老师数据的图像, 分块为  $8 \times 8$  像素块。

30 DCT 电路 262 顺序读出由分块电路 261 分块的像素块, 并且对像素块应用 DCT, 以形成 DCT 系数块。该 DCT 系数块发送到量化电路 263。



量化电路 263 根据与用作在编码器 21(图 2)中进行 JPEG 编码的相同的量化表对来自 DCT 电路 262 的 DCT 系数块进行量化, 并且顺序将结果量化 DCT 系数块(DCT 块)发送到预测抽头系数提取电路 264 和类抽头提取电路 265。

- 5        预测抽头系数提取电路 264 通过从量化电路 263 的输出提取所需量化 DCT 系数, 为构成由正则方程求和电路 267 保留为感兴趣高图像质量块的高图像质量块的  $16 \times 16$  像素中作为当前感兴趣像素的像素, 形成与由图 26 的预测抽头系数提取电路 241 形成的相同的预测抽头。这些预测抽头作为学习时成为学生的学生数据从预测抽头系数提取电路 264 发送到正则方程求和电路 267。

类抽头提取电路 265 通过从量化电路 263 的输出提取所需量化 DCT 系数, 为感兴趣的高图像质量块形成与由图 26 的类抽头提取电路 242 形成的相同的类抽头。这些类抽头从类抽头提取电路 265 发送到分类电路 266。

- 15        分类电路 266 使用来自类抽头提取电路 265 的类抽头, 执行与分类电路 243 相同的处理, 以将感兴趣高图像质量块进行分类, 将结果类代码发送到正则方程求和电路 267。

- 20        正则方程求和电路 267 输入与作为老师数据提供给抽取电路 260 的相同的 HD 图像。正则方程求和电路 267 将 HD 图像分块为顺序变为感兴趣高图像质量块的  $16 \times 16$  像素高图像质量块。正则方程求和电路 267 顺序将尚未变为感兴趣像素的, 形成感兴趣高图像质量块的  $16 \times 16$  像素中的像素, 设置为感兴趣像素, 并且对感兴趣像素的像素值和形成来自预测抽头系数提取电路 264 的预测抽头的量化 DCT 系数执行求和。

- 25        也就是, 正则方程求和电路 267, 对与从分类电路 266 提供的类代码对应的类逐个地使用预测抽头(学生数据), 执行学生数据的相乘( $x_{in}x_{im}$ )与求和  $\Sigma$  的计算, 作为方程(8)的矩阵 A 的各个项。

正则方程求和电路 267, 对与从分类电路 266 提供的类代码对应的类逐个地使用预测抽头(学生数据)和感兴趣像素(老师数据), 执行预测抽头(学生数据)和感兴趣像素(老师数据)的相乘( $x_{in}y_i$ )与求和  $\Sigma$  的计算, 作为方程(8)的向量 v 的项。

- 30        为每个类对感兴趣像素的像素位置模式逐个地执行正则方程求和电路 267 中的前述求和。

正则方程求和电路 267 对构成向其提供的老师数据的全部像素作为感兴趣像素执行上述求和, 从而为每个类的每个像素位置模式建立方程(8)所示的正则方程。

抽头系数确定电路 268 对在正则方程求和电路 67 中逐像素位置模式为  
5 每个类生成的正则方程进行求解, 逐类地得到 256 组抽头系数, 以将由此得到的抽头系数发送到与系数表存储单元 269 的各个类对应的地址。

根据所提供作为学习图像的图像数目, 或图像内容, 可能出现产生一个其中不能实现得到抽头系数所需的正则方程数目的类。对于这种类, 抽头系数确定电路 268 输出例如缺省抽头系数。

10 系数表存储单元 269 存储从抽头系数确定电路 268 向其提供的, 每个类的 256 组抽头系数。

现在参照图 31 的流程图, 说明图 30 的学习设备 270A 的处理(学习处理)。

学习设备 270A 的抽取电路 260 输入用作学习图像数据的 HD 图像, 作为  
15 老师数据。抽取电路 260 在步骤 S130 抽取作为老师数据的 HD 图像的像素, 以生成水平方向和垂直方向上的像素数目均减半的 SD 图像。

分块电路 261 在步骤 S131, 如同由编码器 21(图 2)进行 JPEG 编码的情况, 将在抽取电路 260 获得的作为准老师数据的 SD 图像分块为  $8 \times 8$  像素的像素块。程序然后移到步骤 S132。在步骤 S132, DCT 电路 262 顺序读出  
20 由分块电路 261 形成的像素块, 并且根据与用作在编码器 21 中进行 JPEG 编码的相同的量化表对如此读出的块进行量化, 以形成每个由量化 DCT 系数构成的块(DCT 块)。

另一方面, 正则方程求和电路 267 输入作为老师数据的 HD 图像。正则方程求和电路 267 将 HD 图像分块为  $16 \times 16$  像素的高图像质量块。在步骤  
25 S134, 将那些尚未变为感兴趣高图像质量块的那些高图像质量块变为感兴趣高图像质量块。在步骤 S134, 类抽头提取电路 265 从在量化电路 263 中获得的 DCT 块提取用来对由分块电路 261 形成的像素块中的感兴趣高图像质量块进行分类的那些量化 DCT 系数, 以形成类抽头, 然后这些类抽头发送到分类电路 266。如同参照图 29 流程图说明的情况, 分类电路 266 在步骤  
30 S135, 使用来自类抽头提取电路 265 的类抽头对感兴趣的高图像质量块进行分类, 以将结果类代码发送到正则方程求和电路 267。程序然后移到步骤

S136.

在步骤 S136, 正则方程求和电路 267 以光栅扫描顺序将尚未变为感兴趣像素的感兴趣高图像质量块的像素变为感兴趣的像素。对于这些感兴趣像素, 预测抽头系数提取电路 264 通过从量化电路 263 的输出提取必要的量化  
5 DCT 系数, 形成与由图 26 预测抽头系数提取电路 241 形成的相同的预测抽头。预测抽头系数提取电路 264 将感兴趣像素的预测抽头作为学生数据发送到正则方程求和电路 267。程序然后移到步骤 S137。

在步骤 S137, 正则方程求和电路 267 对作为老师数据的感兴趣像素和作为学生数据的预测抽头(或形成预测抽头的量化 DCT 系数)实现如上所述的  
10 方程(8)的矩阵  $A$  和向量  $v$  的求和。其中, 为与来自分类电路 266 的类代码对应的每个类并且为感兴趣像素的每个像素位置模式执行该求和。

程序然后移到步骤 S138, 其中, 正则方程求和电路 267 检查是否感兴趣高图像质量块的所有像素已作为感兴趣像素完成求和。如果在步骤 S138  
证实, 感兴趣高图像质量块的所有像素尚未作为感兴趣像素完成求和, 程序  
15 返回到步骤 S136, 其中, 正则方程求和电路 267 使尚未变为感兴趣像素的感兴趣高图像质量块的像素成为感兴趣像素。随后, 重复类似的操作序列。

如果在步骤 S138 证实, 感兴趣高图像质量块的所有像素已作为感兴趣像素完成求和, 程序移到步骤 S139, 其中, 正则方程求和电路 267 验证是否从作为老师数据的图像获得的全部高图像质量块已作为感兴趣高图像质量  
20 块进行处理。如果在步骤 S139 证实, 从作为老师数据的图像获得的高图像质量块尚未全部作为感兴趣高图像质量块进行处理, 程序返回到步骤 S134, 其中, 使尚未变为感兴趣高图像质量块的高图像质量块变为新的感兴趣高图像质量块。随后, 重复类似的操作序列。

如果在步骤 S139 证实, 从作为老师数据的图像获得的全部高图像质量  
25 块已作为感兴趣高图像质量块进行处理, 也就是, 如果为每个类已获得每个像素位置模式的正则方程, 程序移到步骤 S140, 其中, 抽头系数确定电路 268 对为每个类的像素位置模式逐个生成的正则方程进行求解, 得到与当前类的 256 个像素位置模式对应的 256 组抽头系数, 以将由此得到的抽头系数发送到与系数表存储单元 269 的各个类对应的地址, 以在其中进行存储。然后处  
30 理结束。

存储在系数表存储单元 269 中的基于类的抽头系数存储在图 26 的系数

表存储单元 244 中。

因此,通过学习已得到存储在系数表存储单元 244 中的抽头系数,从而通过线性预测计算获得的原始像素值的预测值的预测误差(在此为平方差)将在统计上最小。结果是通过图 26 的系数转换电路 232A, JPEG 编码图像可以解码为无限近似于使用作为老师数据的 JPEG 编码图像的 HD 图像。

此外,利用系数转换电路 232A,由于同时执行解码 JPEG 编码图像的处理和改善图像质量的处理,能够从 JPEG 编码图像高效地产生高图像质量的解码图像。

图 32 示出图 23 的系数转换电路 232 的另一说明性结构。其中,用相同的参考号描述类似于图 26 所示的部件或组件。也就是,图 32 所示的系数转换电路 232B 除了新提供逆量化电路 271 之外,基本上类似于图 26 所示的电路进行构造。

在图 32 所示的系数转换电路 232B 中,逆量化电路 271 输入通过在熵解码电路 231(图 23)中对编码数据进行熵解码获得的基于块的量化 DCT 系数。

其中,在熵解码电路 231 中,从编码数据不仅获得量化 DCT 系数,而且获得量化表。在图 32 的系数转换电路 232B 中,该量化表从熵解码电路 231 提供到逆量化电路 271。

逆量化电路 271 根据来自熵解码电路 231 的量化表对来自熵解码电路 231 的量化 DCT 系数进行逆量化,以将结果 DCT 系数发送到预测抽头系数提取电路 241 和类抽头提取电路 242。

因此,在预测抽头系数提取电路 241 和类抽头提取电路 242 中,对 DCT 系数,而不是量化 DCT 系数形成预测抽头和类抽头。随后对 DCT 系数执行类似于图 5 所示的处理。

因此,图 32 的系数转换电路 232B 不是对量化 DCT 系数而是对 DCT 系数执行处理,从而,存储在系数表存储单元 244 中的抽头系数不同于图 26 所示的抽头系数是必要的。

图 33 示出适用于学习存储在图 32 的系数表存储单元 244 中的抽头系数的学习设备 270B 的另一说明性结构。用相同的参考号表示与图 30 所示对应的图 33 的部件或组件,并且为简洁起见,省略对应的说明。也就是,图 33 所示的学习设备 270B 除了在量化电路 263 的后面新提供逆量化电路 281 之

外,基本上类似于图30所示的电路进行构造。

在图33所示的学习设备270B中,类似于图32的逆量化电路271,逆量化电路281对由量化电路263输出的量化DCT系数进行逆量化。结果DCT系数发送到预测抽头系数提取电路264和类抽头提取电路265。

- 5 因此,在预测抽头系数提取电路264和类抽头提取电路265中,对DCT系数,而不是量化DCT系数形成预测抽头和类抽头。随后对DCT系数执行类似于图11所示的处理。

结果是,产生减小由于DCT系数的量化和逆量化导致的量化误差效果的抽头系数。

- 10 图34示出图23的系数转换电路232的变型说明性结构。用相同的参考号表示与图26所示对应的图34的部件或组件,并且为简洁起见,有时省略对应的说明。也就是,图34所示的系数转换电路232C除了缺少类抽头提取电路242和分类电路243之外,基本上类似于图26所示的电路进行构造。

- 15 因此,图34所示的系数转换电路232C缺少类的概念,也可以说,相当于类的数目为1。因此,只有一个类的抽头系数存储在系数表存储单元244中,从而使用该一个类的抽头系数执行处理。

也就是,在图34的系数转换电路232C中,存储在系数表存储单元244中的抽头系数不同于图26所示的抽头系数。

- 20 图35示出适用于学习要存储在图34的系数表存储单元244中的抽头系数的学习设备270C的说明性结构。其中,用相同的参考号表示与图30所示对应的图35的部件或组件,并且为简洁起见,有时省略对应的说明。也就是,图35所示的学习设备270C除了缺少类抽头提取电路265和分类电路266之外,基本上类似于图30所示的电路进行构造。

- 25 因此,在图35的学习设备270C中,不依赖于类,在正则方程求和电路267中执行上述求和。抽头系数确定电路268对逐像素位置模式生成的正则方程进行求解,以得到抽头系数。

- 30 图36示出图23的系数转换电路232的另一说明性结构。其中,用相同的参考号表示与图26或32所示对应的图36的部件或组件,并且为简洁起见,有时省略对应的说明。也就是,图36所示的系数转换电路232D除了缺少类抽头提取电路242和分类电路243,并且新提供逆量化电路271之外,基本上类似于图26所示的电路进行构造。

因此,类似于图 34 的系数转换电路 232C,图 36 的系数转换电路 232D 只存储一个类的类系数,并且使用这些一个类的抽头系数执行处理。

而且,在图 36 的系数转换电路 232D 中,如同在图 32 的系数转换电路 232C 中,不是对量化 DCT 系数,而是对由逆量化电路 271 输出的 DCT 系数形成预测抽头。随后,对 DCT 系数执行进一步的处理。

因此,在图 36 所示的系数转换电路 232D 中,存储在系数表存储单元 244 中的抽头系数不同于图 26 所示的抽头系数。

因此,图 37 示出执行要存储在图 36 的系数表存储单元 244 中的抽头系数的学习处理的学习设备 270D 的说明性结构。其中,用相同的参考号表示与图 30 或图 33 所示对应的图 37 的部件或组件,并且为简洁起见,有时省略对应的说明。也就是,图 37 所示的学习设备 270D 除了缺少类抽头提取电路 265 和分类电路 266,并且新提供逆量化电路 281 之外,基本上类似于图 37 所示的学习设备进行构造。

因此,在图 37 所示的学习设备 270D 中,在预测抽头系数提取电路 264 中对 DCT 系数而不是量化 DCT 系数形成预测抽头。随后,对 DCT 系数执行进一步的处理。而且,正则方程求和电路 267 不依赖于类,执行前述求和。从而抽头系数确定电路 268 对不依赖于类生成的正则方程进行求解,以得到抽头系数。

虽然前面所述是面向通过用于对静止图像进行压缩编码的 JPEG 编码产生的图像的,面向例如通过 MPEG 编码获得的图像也是可能的。

也就是,图 38 示出当执行 MPEG 编码时,编码器 221 的说明性结构。

在图 38 所示的编码器 221 中,要用 MPEG 编码的构成运动图像的帧或域顺序发送到运动检测电路 291 和计算单元 292。

运动检测电路 291 基于宏块检测向其提供的帧的运动向量,以将所检测的运动向量发送到熵编码电路 296 和运动补偿电路 300。

如果向计算单元 292 提供的图像是 I-图像(intra-picture,内部图像),计算单元 292 根据宏块直接将它发送到分块电路 293。如果向计算单元 292 提供的图像是 P-图像(预测编码图像)或 B-图像(双向预测图像),计算单元 292 计算与从运动补偿电路 300 提供的基准图像的差,以将差值发送到分块电路 293。

分块电路 293 将计算单元 292 的输出分块为向 DCT 电路 294 提供的 8

×8 像素。DCT 电路 294 对来自分块电路 293 的像素块应用 DCT 处理，以将结果 DCT 系数发送到量化电路 295。量化电路 295 以预设量化步长对作为结果的基于块的 DCT 系数进行量化，以将结果量化 DCT 系数发送到熵编码电路 296。熵编码电路 296 对来自量化电路 295 的量化 DCT 系数进行熵编码，以加入来自运动检测电路 291 的运动向量和其他类似所需信息，以输出作为 MPEG 编码数据的结果编码数据。

对于由量化电路 295 输出的量化 DCT 系数，I-图像和 P-图像需要进行局部解码，以用作随后的编码 P-图像和 B-图像的基准图像。因此，这些图像不仅发送到熵编码电路 296，而且发送到逆量化电路 297。

逆量化电路 297 将来自量化电路 295 的量化 DCT 系数逆量化为发送到反向 DCT 电路 298 的 DCT 系数。反向 DCT 电路 298 对来自逆量化电路 297 的 DCT 系数应用反向 DCT，以输出结果到计算单元 299。该计算单元 299 不仅输入反向 DCT 电路 298 的输出，而且输入由运动补偿电路 300 输出的基准图像。如果反向 DCT 电路 298 的输出为 P-图像，计算单元 299 将该输出加到运动补偿电路 300 的输出，以对提供给运动补偿电路 300 的原始图像进行解码。如果反向 DCT 电路 298 的输出为 I-图像，输出为解码 I-图像，从而计算单元 299 直接将该图像发送到运动补偿电路 300。

运动补偿电路 300 根据来自运动检测电路 291 的运动向量对从计算单元 299 提供的局部解码图像进行运动补偿，以将经过运动补偿的图像作为基准图像发送到计算单元 292 和计算单元 299。

在图 23 的解码器 222 中，甚至 MPEG 编码数据也可以有效地解码为高图像质量的图像。

也就是，编码数据发送到熵解码电路 231，然后熵解码电路 231 对编码数据进行熵解码。通过该熵解码获得的量化 DCT 系数，运动向量和其他信息从熵解码电路 231 发送到系数转换电路 232D。

系数转换电路 232D 使用来自熵解码电路 231 的量化 DCT 系数 Q 和通过学习得到的抽头系数，实现预设预测计算，并且在必要时根据来自熵解码电路 31 的运动向量实现运动补偿，以将量化 DCT 系数解码为高图像质量的像素值，以将由高图像质量的像素值组成的高图像质量块发送到解块电路 233。

解块电路 233 对在系数转换电路 232D 中获得的高图像质量块进行解

块, 以获得并输出水平和垂直像素的数目例如两倍于 MPEG 编码图像的高图像质量解码图像。

图 39 示出在用解码器 222 对 MPEG 编码数据进行解码的情况下, 系数转换电路 232 的说明性结构。其中, 用相同的参考号表示与图 36 对应的部件或组件, 并且不作具体说明。也就是, 图 39 所示的系数转换电路 232E 除了系数转换电路 232E 在乘积和电路 245 的后面提供有计算单元 314 和运动补偿电路 316 之外, 基本上类似于图 36 进行构造。

因此, 在图 39 所示的系数转换电路 232E 中, 由逆量化电路 271 对量化 DCT 系数进行逆量化, 并且使用结果 DCT 系数, 由类抽头提取电路 242 形成预测抽头。乘积和电路 245 使用采用预测抽头的抽头系数和存储在系数表存储单元 244 中的抽头系数, 执行预测计算, 以输出水平和垂直像素的数目例如两倍于原始图像的高图像质量数据。

计算单元 314 在必要时对乘积和电路 245 的输出和运动补偿电路 316 的输出进行求和, 以对水平和垂直像素的数目例如两倍于原始图像的高图像质量的图像进行解码, 以将结果高质量图像输出到解块电路 233(图 23)。

也就是, 对于 I-图像, 乘积和电路 245 的输出是水平和垂直像素的数目例如两倍于原始图像的高质量图像, 从而计算单元 314 直接将乘积和电路 245 的输出发送到解块电路 233。

对于 P-图像或 B-图像, 乘积和电路 245 的输出为水平和垂直像素的数目例如两倍于原始图像的高图像质量的图像与高质量基准图像之间的差值。因此, 计算单元 314 对乘积和电路 245 的输出和从运动补偿电路 316 提供的高图像质量的基准图像进行求和, 以提供水平和垂直像素的数目例如两倍于原始图像的高图像质量的解码图像, 以将解码图像输出到解块电路 233。

另一方面, 运动补偿电路 316 接收从计算单元 314 输出的高图像质量解码图像中的 I-图像和 P-图像, 并且对高图像质量解码 I-图像和 P-图像应用采用来自熵解码电路 231(图 23)的运动向量的运动补偿, 以产生发送到计算单元 314 的高质量基准图像。

由于水平和垂直像素的数目例如两倍于原始图像, 运动补偿电路 316 根据水平和垂直方向上大小两倍于来自熵解码电路 231 的运动向量的运动向量, 实现运动补偿。

图 40 示出负责执行要存储在系数表存储单元 244 中的抽头系数的学习



处理的学习设备 270E 的说明性结构。在该图中，用相同的参考号表示与图 37 所示对应的部件或组件，并且为简洁起见，省略详细描述。

在图 40 所示的学习设备 270A 中，抽取电路 320 输入用于学习的 HD 图像，作为老师数据。类似于抽取电路 260，抽取电路 320 抽取作为老师数  
5 据的 HD 图像的像素，以生成作为水平方向和垂直像素的数目均减半的 SD 图像的准老师数据。作为准老师数据的 SD 图像发送到运动向量检测电路 321 和计算单元 322。

运动检测电路 321、计算单元 322、分块电路 323、DCT 电路 324、量  
10 化电路 325、逆量化电路 327、反向 DCT 电路 328、计算单元 329 或运动补偿电路 330 分别执行类似于由图 38 的运动检测电路 291、计算单元 292、分块电路 293、DCT 电路 294、量化电路 295、逆量化电路 297、反向 DCT 电路 298、计算单元 299 或运动补偿电路 300 执行的处理，从而量化电路 325 输出类似于由图 38 的量化电路 295 输出的量化 DCT 系数。

由量化电路 325 输出的量化 DCT 系数，发送到逆量化电路 281，然后  
15 逆量化电路 281 将来自量化电路 325 的量化 DCT 系数逆量化为 DCT 系数。然后这些 DCT 系数提供给预测抽头系数提取电路 264。该预测抽头系数提取电路 264 从来自逆量化电路 281 的 DCT 系数形成预测抽头，以将如此形成的抽头系数作为学生数据发送到正则方程求和电路 267。

另一方面，作为老师数据的 HD 图像不仅发送到抽取电路 320，而且发  
20 送到计算单元 332。该计算单元在必要时从作为老师数据的 HD 图像减去插值电路 331 的输出，以将结果差值发送到正则方程求和电路 267。

也就是，插值电路 331 生成水平和垂直方向的像素数目两倍于由运动补偿电路 330 输出的 SD 图像的基准图像的高图像质量的基准图像。

如果发送到计算单元 332 的 HD 图像为 I-图像，该计算单元将 I-图像的  
25 HD 图像直接作为老师数据发送到正则方程求和电路 267。如果发送到计算单元 332 的 HD 图像为 P-图像或 B-图像，该计算单元计算 P-图像或 B-图像的 HD 图像与由插值电路 331 输出的高图像质量的基准图像之间的差值，以产生关于由计算单元 322 输出的 SD 图像(准老师数据)的差值的高质量版本。该差值的高质量版本作为老师数据发送到正则方程求和电路 267。

30 其中，插值电路 331 能够通过例如简单的插值法增加像素数目。插值电路 331 还能够通过例如分类自适应处理增加像素数目。而且，计算单元 332

能够对作为老师数据的 HD 图像进行 MPEG 编码, 局部解码和运动补偿, 以用作基准图像。

正则方程求和电路 267 对作为老师数据的计算单元 322 的输出及作为学生数据的来自逆量化电路 281 的预测抽头执行前述求和, 以生成正则方程。

- 5       抽头系数确定电路 268 对由正则方程求和电路 267 生成的正则方程进行求解, 以得到抽头系数, 然后这些抽头系数发送并存储在系数表存储单元 269 中。

- 在图 39 所示的乘积和电路 245 中, 如上所述得到的抽头系数用来对 MPEG 编码数据进行解码。因此, 可以再次同时执行对 MPEG 编码数据的  
10       解码处理和提高解码数据图像质量的处理。结果, 在本发明的实施例中, 可以有效地获得具有双倍水平和垂直像素数目的, 作为高图像质量的 HD 图像的解码图像。

- 其中, 图 39 的系数转换电路 232E 还可以设计为不提供逆量化电路 271。在这种情况下, 不提供逆量化电路 281 设计图 40 的学习设备 270E, 就已足  
15       够。

图 39 的系数转换电路 232E 还可以提供有类抽头提取电路 242 和分类电路 243, 如图 26 的情况。在这种情况下, 图 40 的学习设备 270E 可以提供有类抽头提取电路 265 和分类电路 266, 如图 30 的情况。

- 在上述情况下, 解码器 222 适用于产生空域分辨率提高到原始图像的两  
20       倍的解码图像。然而, 解码器 222 产生相对于原始图像分辨率具有提高了可选倍数因子的空域分辨率的解码图像, 或相对于原始图像改善时域分辨率的解码图像, 是可能的。

- 也就是, 如果要进行 MPEG 编码的图像具有低时域分辨率, 如图 41A 所示, 解码器 222 用原始图像的两倍时域分辨率对原始图像进行解码, 是可能的, 如图 41B 所示。而且, 如果要进行 MPEG 编码的对象的图像是如用在运动图像中的 24 帧/秒的图像, 如图 42A 所示, 解码器 222 将对图像进行  
25       MPEG 编码所获得的编码数据解码为 60 帧/秒的图像, 其中时域分辨率是原始图像的 60/24 倍, 如图 42B 所示, 是可能的。在这种情况下, 可以容易地实现所谓的 2-3 下拉。

- 30       如果在解码器 222 中提高时域分辨率, 预测抽头或类抽头可以由两个或更多 DCT 系数形成, 例如如图 43 所示。

解码器 222 还能够产生不仅提高空域分辨率和时域分辨率中的一个, 而且提高两者的解码图像。

根据如上所述的本发明, 产生通过学习得到的抽头系数, 以使用该抽头系数和所变换数据实现预设预测计算以将所变换数据解码为原始数据, 并且产生与以预设方式处理的原始数据对应的处理数据, 是可能的。因此, 对所变换数据进行有效的解码, 以用预设方式对解码数据进行处理, 成为可能。

而且, 根据本发明, 以预设方式对作为老师的老师数据进行处理, 结果准老师数据至少经过正交或频率变换, 以生成作为学生的学生数据, 并且执行学习, 从而在统计上最小化通过采用抽头系数和学生数据的预测计算获得的老师数据的预测值的预测误差, 以得到抽头系数。使用如此得到的抽头系数, 可以对经过正交或频率变换的数据进行有效的解码, 其中还可以用预设方式对解码数据进行处理。

现在对本发明的进一步变型进行说明。

在现在说明的实施例中, 如图 44 所示, 由熵解码电路 431、系数转换电路 432 和解块电路 433 组成的解码器 422 如同图 2 所示的解码器 22, 用来对编码数据进行解码。

编码数据发送到熵解码电路 431, 然后熵解码电路 231 将编码数据分离为熵编码量化 DCT 系数和作为向其附加的求和信息的量化表。熵解码电路 431 对熵编码量化 DCT 系数进行熵解码, 以将作为结果的基于块的 DCT 系数 Q 随同作为附加信息的量化表一起发送到系数转换电路 432。

使用作为附加信息的量化表, 可以说作为辅助工具, 并且还使用用量化 DCT 系数 Q 进行学习得到的抽头系数, 系数转换电路 432 执行预设预测计算, 以将基于块的量化 DCT 系数解码为  $8 \times 8$  像素的原始块。

解块电路 433 对在系数转换电路 432 中获得的解码块进行解块, 以产生并输出解码图像。

该解码器 422 根据图 45 的流程图所示的顺序(步骤 S201 到 S203)执行解码。

也就是, 编码数据顺序提供给熵解码电路 431。在步骤 S201, 熵解码电路 431 对编码数据进行熵解码, 并且将基于块的量化 DCT 系数 Q 发送到系数转换电路 432。熵解码电路 431 还分离出包含在编码数据中的作为求和信息的量化表, 以将该表发送到系数转换电路 432。系数转换电路在步骤 S202

执行采用量化表和抽头系数的预测计算,以将来自熵解码电路 431 的基于块的量化 DCT 系数 Q 解码为基于块的像素值,然后这些像素值发送到解块电路 433。解块电路 433 在步骤 S203 对来自系数转换电路 432 的像素值(解码块)进行解块,以输出结果编码图像,来结束处理。

- 5       图 46 示出用于将量化 DCT 系数解码为像素值的图 23 的系数转换电路 432 的说明性结构。

在图 46 所示的系数转换电路 432A 中,由熵解码电路 431(图 44)输出的基于块的量化 DCT 系数发送到基于块的预测抽头提取电路 441 和类抽头提取电路 442。作为辅助信息的量化表发送到分类电路 443。

- 10       预测抽头提取电路 441 顺序将与向其提供的量化 DCT 系数块(下面偶尔称作 DCT 块)对应的像素值块设置为感兴趣的高图像质量块。在本阶段没有出现,但事实上预先假定的像素值块在下面偶尔称作像素块。而且,构成感兴趣高图像质量块的像素以光栅扫描顺序依次变为感兴趣的像素。总言之,预测抽头提取电路 441 提取用来预测感兴趣像素的像素值的量化 DCT 系数,
- 15       以用作预测抽头。

- 也就是,预测抽头提取电路 441 提取与感兴趣的像素所属的像素块对应的 DCT 块的全部量化 DCT 系数,即  $8 \times 8 = 64$  个量化 DCT 系数,作为预测抽头,如图 6 所示。因此,在本实施例中,为特定高图像质量块的所有像素形成相同的预测抽头。作为替换,还可以对感兴趣的像素逐个地用不同的量化 DCT 系数形成预测抽头。
- 20

在预测抽头提取电路 441 中获得的,构成像素块的各个像素的预测抽头,即对应于 64 个像素中每个像素的 64 组预测抽头,发送到乘积和电路 45。然而,由于为像素块的所有像素形成相同的预测抽头,因此如果对一个像素块将一组预测抽头提供给乘积和电路 445,实际上是足够的。

- 25       类抽头提取电路 442 提取用于将感兴趣的像素划分为多个类中的一个的量化 DCT 系数,以用作类抽头。类似于预测抽头提取电路 441,类抽头提取电路 442 提取图 6 所示的与感兴趣的像素所属的像素块对应的 DCT 块的全部  $8 \times 8$  量化 DCT 系数,作为类抽头。

- 注意,为了逐像素块地对像素块进行分类,类抽头提取电路 42 提取与
- 30       当前像素块相关联的 DCT 块的 64 个量化 DCT 系数,用作类抽头。

其中,形成预测抽头或类抽头的量化 DCT 系数不限于这些上述模式。

在类抽头提取电路 442 中获得的感兴趣像素块的类抽头提供给分类电路 443。分类电路根据来自类抽头提取电路 442 的类抽头对感兴趣的高图像质量块进行分类,以输出与如此获得的类对应的类代码。

例如,可以使用 ADRC 作为分类方法。使用采用 ADRC 的方法,形成  
5 类抽头的量化 DCT 系数用 ADRC 进行处理。根据结果 ADRC 码确定感兴趣像素块的类。

其中,在本实施例中,分类电路 443 从形成类抽头的量化 DCT 系数提取高关键度的特征值,并且根据这些特征值进行分类,以减少类的数目。

图 47 示出图 46 的分类电路 443 的说明性结构。

10 在图 47 所示的分类电路 443 中,类抽头适用于提供给功率计算电路 451。功率计算电路 451 将形成类抽头的量化 DCT 系数分裂为多个空域频段,并且计算各个频段的功率值。

功率计算电路 451 将形成类抽头的  $8 \times 8$  量化 DCT 系数分裂为图 6 所示的四个空域频段  $S_0$ 、 $S_1$ 、 $S_2$  和  $S_3$ 。

15 功率计算电路 451 还得到空域频段  $S_0$  到  $S_3$  中每个频段的量化 DCT 系数的 AC 分量的功率值  $P_0$  到  $P_3$ ,以将功率值的计算值输出到类代码生成电路 452。

类代码生成电路 452 将来自功率计算电路 451 的功率值  $P_0$ 、 $P_1$ 、 $P_2$  和  $P_3$  与存储在阈值存储单元 453 中的对应阈值  $TH_0$ 、 $TH_1$ 、 $TH_2$  和  $TH_3$  进行比较,  
20 以根据其大小关系输出类代码。也就是,类代码生成电路 452 将功率  $P_0$  与阈值  $TH_0$  进行比较,以产生表示大小关系的 1 位代码。采用类似的方式,类代码生成电路 452 将功率  $P_1$  与阈值  $TH_1$  进行比较,以产生表示其大小关系的 1 位代码。同样地,类代码生成电路 452 将功率  $P_2$  与阈值  $TH_2$  和功率  $P_3$  与阈值  $TH_3$  进行比较,以为每个功率-阈值组合产生一个 1 位代码。类代码  
25 生成电路 452 以例如预设顺序将如上所述获得的 4 个 1 位代码(从而为从 0 到 15 的任意值)作为表示感兴趣像素块的第一类的类代码。该第一类在下面偶尔称作功率类代码。

类代码生成电路 452 输入作为辅助信息的量化表。类代码生成电路 452 根据该辅助信息执行分类,以获得表示感兴趣像素块的第二类的类代码。也  
30 就是,如果在 JPEG 编码中,使用图 1B 所示的两种量化表中的任意一个执行量化,类代码生成电路 452 检查两种量化表中的哪一个是作为辅助信息的

量化表, 并且使表示检查结果的1位代码为表示感兴趣像素块的第二类的类代码。该一位代码在下面偶尔称作辅助信息类代码。

- 类代码生成电路452将表示第二类的1位辅助信息类代码添加到表示第一类的4位功率类代码, 以生成和输出感兴趣像素块的最终类代码。因此,
- 5 在本实施例中, 最终类代码具有5位, 从而, 感兴趣像素块归类到 $2^5(=32)$ 类中的一个类中, 例如, 由0到31之间的一个值表示的类中。

- 其中, 基于量化表的分类方法不限于上述方法。也就是, 在类代码生成电路452中, 可以提供多个量化表作为参考模式, 与作为辅助信息提供的量化表(在JPEG编码中实际使用的量化表)进行比较, 然后检测与作为辅助信
- 10 息的量化表最接近的, 作为参考模式的量化表, 以输出与检测结果对应的代码, 作为辅助信息类代码。

阈值存储单元453在其中存储有阈值 $TH_0$ 到 $TH_3$ , 以将其与空域频段 $S_0$ 到 $S_3$ 的功率值 $P_0$ 到 $P_3$ 进行比较。

- 在上述情况下, 量化DCT系数的DC分量 $x_0$ 没有用来分类。然而, DC
- 15 分量 $x_0$ 也可以用来分类。

回到图46, 如上所述由分类电路443输出的类代码作为地址提供给系数表存储单元444。

- 系数表存储单元444存储其中登记有通过学习处理(随后将对此进行说明)获得的抽头系数的系数表, 并且将与由分类电路443输出的类代码相关
- 20 联的地址中存储的抽头系数输出到乘积和电路445。

在本实施例中, 其中对像素块进行分类, 为感兴趣的像素块获得一个类代码。另一方面, 由于本实施例中的像素块由 $8 \times 8 = 64$ 个像素组成, 因此对构成感兴趣像素块的64个像素进行解码需要64组抽头系数。因此, 系数表存储单元444为对应于一个类代码的地址存储64组抽头系数。

- 乘积和电路445获得由预测抽头系数提取电路441输出的预测抽头和由系数表存储单元444输出的抽头系数, 并且使用预测抽头和抽头系数执行方程(1)所示的线性预测处理(乘积和处理), 以将感兴趣像素块的 $8 \times 8$ 像素的像素值作为对应DCT块的解码结果输出到解块电路433(图44)。
- 25

- 在预测抽头系数提取电路441中, 感兴趣像素块的每个像素顺序变为感兴趣的像素。乘积和电路445然后执行与感兴趣像素块的当前感兴趣像素的像素位置相关联的操作模式下的操作。该操作模式称作像素位置模式。
- 30

也就是, 如果  $P_i$  表示以光栅扫描顺序的感兴趣像素块的像素的第  $i$  个像素,  $P_i$  为当前感兴趣像素, 乘积和电路 445 执行像素模式#1 的处理。

具体地说, 系数表存储单元 444 输出 64 组抽头系数, 以对构成感兴趣像素块的 64 个像素中的每个像素进行解码。如果  $W_i$  表示用于对像素  $p_i$  进行  
5 解码的一组抽头系数, 并且操作模式是像素模式#1, 乘积和电路 445 使用预测抽头和 64 组抽头系数中的  $W_i$  组执行方程(1)的乘积和处理, 并且使乘积和的结果为像素  $p_i$  的解码结果。

参照图 48 的流程图, 说明图 46 的系数转换电路 432A 的处理。

由熵解码电路 431 输出的基于块的 DCT 系数由预测抽头系数提取电路  
10 441 和类抽头提取电路 442 进行顺序接收。预测抽头系数提取电路 441 顺序使与量化 DCT 系数块(DCT 块)对应的像素块成为感兴趣的像素块。

在步骤 S211, 类抽头提取电路 442 提取接收并且用来对感兴趣像素块进行分类的量化 DCT 系数, 以形成类抽头, 然后类抽头输出到分类电路 443。

分类电路 443 输入来自类抽头提取电路 442 的类抽头, 同时还输入由熵  
15 解码电路 431 输出的作为辅助信息的量化表。分类电路 443 使用来自类抽头提取电路 442 的类抽头和来自熵解码电路 431 的量化表对感兴趣像素块进行分类, 以将结果类代码输出到系数表存储单元 444。

也就是, 在图 49 流程图中的步骤 S212, 分类电路 443 的功率计算电路  
20 451(图 7), 首先在步骤 S221, 将构成类抽头的  $8 \times 8$  量化 DCT 系数分裂为四个空域频段  $S_0$  到  $S_3$ (如图 8 所示), 以计算各个功率值  $P_0$  到  $P_3$ 。这些功率值  $P_0$  到  $P_3$  从功率计算电路 451 输出到类代码生成电路 452。

类代码生成电路 452 在步骤 S222 从阈值表存储单元 453 读出阈值  $TH_0$  到  $TH_3$ , 以将来自功率计算电路 451 的功率值  $P_0$  到  $P_3$  与阈值  $TH_0$  到  $TH_3$  进行比较, 以根据各大小关系生成功率类代码。

25 类代码生成电路 452 在步骤 S223 使用作为辅助信息的量化表, 生成辅助信息类代码。然后, 类代码生成电路 452 继续到步骤 S224, 从功率类代码和辅助信息类代码生成最终类代码。然后执行程序返回。

回到图 48, 如上所述在步骤 S212 获得的类代码作为地址从分类电路 443 输出到系数表存储单元 444。

30 一接收到作为地址的来自分类电路 443 的类代码, 系数表存储单元 444 在步骤 S213 读出存储在地址中的 64 组抽头系数, 以将如此读出的抽头系数

输出到乘积和电路 445。

- 程序然后移到步骤 S214，其中，预测抽头系数提取电路 441 提取量化 DCT 系数，以形成预测抽头，该量化 DCT 系数用来预测以光栅扫描顺序尚未变为感兴趣像素的感兴趣像素块的像素中的感兴趣像素的像素值。该预测
- 5 抽头从预测抽头系数提取电路 441 发送到乘积和电路 445。

在本实施例中，由于逐像素块地为像素块的全部像素形成相同的预测抽头，因此如果仅为初始变为感兴趣像素的像素执行步骤 S214 的处理，就已足够，而没有必要对剩余 255 个像素执行处理。

- 在步骤 S215，乘积和电路 445 从在步骤 S213 从系数表存储单元 444 输出
- 10 出的 64 组抽头系数中，获得与感兴趣像素的像素位置模式对应的一组抽头系数，并且使用该组抽头系数和在步骤 S214 从预测抽头系数提取电路 441 提供的预测抽头，乘积和电路 445 执行方程(1)所示的乘积和处理，以获得感兴趣像素的解码值。

- 程序然后移到步骤 S216，其中，预测抽头系数提取电路 441 验证对于
- 15 感兴趣像素块的全部像素是否已作为感兴趣像素执行处理。如果在步骤 S216 证实，对于感兴趣像素块的像素尚未全部作为感兴趣像素执行处理，程序返回到步骤 S214，其中，预测抽头系数提取电路 441 使用以光栅扫描顺序尚未变为感兴趣像素的感兴趣像素块的像素作为感兴趣像素重复类似的处理。

- 如果在步骤 S216 证实，对于感兴趣像素块的全部像素已作为感兴趣像素
- 20 执行过处理，也就是，如果已获得感兴趣像素块的全部像素的解码值，乘积和电路 445 将由解码值构成的像素块(解码块)输出到解块电路 433(图 44)，以完成处理。

其中，每次预测抽头系数提取电路 441 设置新的感兴趣像素块，重复执行遵循图 48 流程图的处理。

- 25 图 50 示出为要存储在图 46 的系数表存储单元 444 中的抽头系数执行学习处理的学习设备 460A 的说明性结构。

在图 50 所示的学习设备 460A 中，分块电路 461 输入作为在学习时充当老师的老师数据的一个或多个学习图像数据的图像。如同 JPEG 编码的情况，分块电路 461 将作为老师数据的图像分块为由  $8 \times 8$  像素组成的像素块。

- 30 DCT 电路 462 顺序读出由分块电路 461 形成的像素块作为感兴趣的像素块，并且对感兴趣的像素块应用 DCT，以形成 DCT 系数块。这些 DCT



系数块发送到量化电路 463。

量化电路 463 根据与用于 JPEG 编码的相同的量化表对来自 DCT 电路 462 的 DCT 系数块进行量化, 并且顺序将结果量化 DCT 系数块(DCT 块)发送到预测抽头系数提取电路 464 和类抽头提取电路 465。

- 5 也就是, 量化电路 463 设置在 JPEG 编码中所使用的一些常规压缩比率, 并且根据与每个压缩比率相关联的量化表对 DCT 系数进行量化, 以将量化 DCT 系数发送给预测抽头提取电路 464 和类抽头提取电路 465。量化电路 463 还将用于量化的量化表作为辅助信息发送到分类电路 466。其中, 与由量化电路 463 使用的相同的量化表作为参考模式存储在图 47 的类代码生成电路
- 10 452 中。

- 预测抽头系数提取电路 464 使用尚未变为感兴趣像素的感兴趣像素块的像素中的像素, 作为感兴趣的像素, 并且从量化电路 463 的输出提取所需量化 DCT 系数, 以形成与由预测抽头系数提取电路 441 形成的相同的预测抽头。该预测抽头作为学习学生的学生数据从预测抽头系数提取电路 464 发送
- 15 到正则方程求和电路 467。

类抽头提取电路 465 为感兴趣的像素块从量化电路 463 的输出提取所需量化 DCT 系数, 以形成与由图 46 的类抽头提取电路 442 形成的相同的类抽头。该类抽头从类抽头提取电路 465 发送到分类电路 466。

- 使用来自类抽头提取电路 465 的类抽头和来自量化电路 463 的作为辅助
- 20 信息的量化表, 分类电路 466 对感兴趣像素块进行分类, 以将结果类代码发送到正则方程求和电路 467。

正则方程求和电路 467 从分块电路 461 读出作为老师数据的感兴趣像素的像素值, 并且执行对来自预测抽头提取电路 464 的, 作为学生数据的, 形成预测抽头的量化 DCT 系数和感兴趣像素的求和。

- 25 正则方程求和电路 467, 对与从分类电路 466 提供的类代码对应的每个类使用预测抽头(学生数据), 执行学生数据的相乘( $x_{in}x_{im}$ )与求和  $\Sigma$  的计算, 作为方程(8)的矩阵 A 的各个项。

- 正则方程求和电路 467, 还对与从分类电路 466 提供的类代码对应的类逐个地使用预测抽头(学生数据)和感兴趣像素(老师数据), 执行学生数据和
- 30 老师数据的相乘( $x_{in}y_i$ )与求和  $\Sigma$  的计算, 作为方程(8)的向量 v 的项。

为每个类对感兴趣像素的像素位置模式逐个地执行正则方程求和电路

467 中的前述求和。

正则方程求和电路 467 对构成向其提供的老师图像的全部像素作为感兴趣像素执行上述求和，从而为每个类的每个像素位置模式建立方程(8)所示的正则方程。

- 5       抽头系数确定电路 468 对在正则方程求和电路 467 中逐像素位置模式为每个类生成的正则方程进行求解，逐类地得到 64 组抽头系数，以将由此得到的抽头系数发送到与系数表存储单元 469 的各个类对应的地址。

- 10       根据所提供作为学习图像的图像数目，或图像内容，可能出现产生一个其中不能产生得到抽头系数所需的正则方程数目的类。对于这种类，抽头系数确定电路 468 输出例如缺省抽头系数。

系数表存储单元 469 存储从抽头系数确定电路 468 向其提供的，每个类的 64 组抽头系数。

现在参照图 51 的流程图，说明图 50 的学习设备 460A 的处理(学习处理)。

- 15       分块电路 461 输入学习图像数据作为老师数据。分块电路 461 如同 JPEG 编码的情况，在步骤 S231 将作为老师数据的图像数据分为  $8 \times 8$  像素的像素块。程序然后移到步骤 S232，其中，DCT 电路 462 顺序读出由分块电路 461 形成的像素块，并且对感兴趣的像素块应用 DCT，以形成 DCT 系数块。程序然后移到步骤 S233。

- 20       在步骤 S233，量化电路 463 设置尚未变为感兴趣的量化表的一个预设量化表，并且将如此设置的量化表发送到分类电路 466。然后，程序移到步骤 S234，其中，量化电路 463 顺序读出在 DCT 电路 462 中获得的 DCT 系数块，以根据量化表对块进行量化，形成由量化 DCT 系数组成的块。

- 25       然后，程序移到步骤 S235，其中，类抽头提取电路 465 将由分块电路 461 形成但是尚未设为感兴趣像素块的像素块设为感兴趣的像素块。而且，类抽头提取电路 465 还从由量化电路 463 获得的 DCT 块提取用来对感兴趣像素块进行分类的量化 DCT 系数，以形成随后发送到分类电路 466 的类抽头。如图 49 的流程图所示，分类电路 466 在步骤 S236，使用来自类抽头提取电路 465 的类抽头和来自量化电路 463 的感兴趣量化表对感兴趣的像素块进行分类，并且将结果类代码发送到正则方程求和电路 467。然后，程序移到步骤 S237。
- 30

在步骤 S237, 预测抽头系数提取电路 464 以光栅扫描顺序将尚未设为感兴趣像素的感兴趣像素块的像素设为感兴趣的像素, 并且为感兴趣像素从量化电路 463 的输出提取所需量化 DCT 系数, 以形成与由预测抽头系数提取电路 441 形成的相同的预测抽头。预测抽头系数提取电路 464 将感兴趣像素的预测抽头作为学生数据发送到正则方程求和电路 467。程序然后移到步骤 S238。

在步骤 S238, 正则方程求和电路 467 从分块电路 461 读出作为老师数据的感兴趣像素, 并且对形成作为学生数据的预测抽头的量化 DCT 系数和作为老师数据的感兴趣像素执行方程(8)的矩阵  $A$  和向量  $v$  的求和。其中, 对与来自分类电路 66 的类代码对应的每个类并且对感兴趣像素的每个像素位置模式执行该求和。

程序然后移到步骤 S239, 其中, 预测抽头系数提取电路 464 检查是否感兴趣像素块的全部像素已作为感兴趣像素完成求和。如果在步骤 S239 证实感兴趣像素块的全部像素尚未作为感兴趣像素完成求和, 程序然后移到步骤 S237, 其中, 预测抽头系数提取电路 464 将尚未变为感兴趣像素的感兴趣像素块的像素设为新的感兴趣像素。随后, 重复类似的操作序列。

如果在步骤 S239 证实感兴趣像素块的全部像素已作为感兴趣像素完成求和, 程序移到步骤 S240, 其中, 分块电路 461 验证是否从作为老师数据的图像获得的全部像素块已作为感兴趣像素块完成处理。如果在步骤 S240 证实, 从作为老师数据的图像获得的像素块尚未全部作为感兴趣像素块完成处理, 程序回到步骤 S235, 其中, 使尚未变为感兴趣像素块的像素块变为新的感兴趣像素块。然后, 重复执行类似的处理操作序列。

如果在步骤 S240 证实, 从作为老师数据的图像获得的全部像素块已作为感兴趣像素块完成处理, 程序移到步骤 S241, 其中, 量化电路 463 检查是否全部预设量化表已作为感兴趣量化表进行处理。如果在步骤 S241 证实, 预设量化表尚未全部作为感兴趣量化表进行处理, 程序返回到步骤 S233, 以对用于学习的整个图像数据重复从步骤 S233 的处理。

如果在步骤 S241 证实, 全部预设量化表已作为感兴趣量化表进行处理, 程序移到步骤 S242, 其中, 抽头系数确定电路 468 对在正则方程求和电路 467 中为每个类的像素位置模式逐个生成的正则方程进行求解, 得到与当前类的 64 个像素位置模式对应的 64 组抽头系数。由此得到的抽头系数发送并存储

在与系数表存储单元 469 的各个类对应的地址中，以完成处理。

存储在系数表存储单元 269 中的基于类的抽头系数存储在图 26 的系数表存储单元 244 中。

- 因此，通过学习已得到存储在系数表存储单元 444 中的抽头系数，从而
- 5 通过线性预测计算获得的原始像素值的预测值的预测误差(在此为平方差)将在统计上最小。结果是通过图 46 的系数转换电路 432A，JPEG 编码图像可以解码为无限近似于使用 JPEG 编码图像作为老师数据的 HD 图像。

而且，由于同时执行对 JPEG 编码图像进行解码的处理和用于改善图像质量的处理，因此从 JPEG 编码图像可以有效产生高图像质量的解码图像。

- 10 在本实施例中，不仅使用类抽头还使用作为辅助信息的量化表在分类电路 443、466 中执行分类。作为替换，还可以仅使用类抽头执行分类。然而，如果如上所述使用作为辅助信息的量化表执行分类，这可以称为细致分类，能够明显提高解码图像的图像质量。

- 图 52 示出图 44 的系数转换电路 432 的另一说明性结构。其中，用相同的参考号描述类似于图 46 所示的部件或组件。也就是，图 52 所示的系数转换电路 432B 除了新提供逆量化电路 471 之外，基本上类似于图 46 所示的电路进行构造。
- 15

- 在图 52 所示的系数转换电路 432B 中，逆量化电路 471 输入通过在熵解码电路 431(图 44)中对编码数据进行熵解码获得的基于块的量化 DCT 系数。而且，解量化电路 471 输入从熵解码电路 431 输出的作为辅助信息的量化表。
- 20

逆量化电路 471 根据来自熵解码电路 431 的量化表对来自熵解码电路 431 的量化 DCT 系数进行逆量化，并且将结果 DCT 系数发送到预测抽头系数提取电路 441 和类抽头提取电路 442。

- 25 因此，在预测抽头系数提取电路 441 和类抽头提取电路 442 中，不仅对量化 DCT 系数，而且对 DCT 系数形成预测抽头和类抽头。随后对 DCT 系数执行类似于图 46 所示的处理。

- 因此，在图 52 的系数转换电路 432B 中，不仅对量化 DCT 系数，而且对 DCT 系数执行处理，存储在系数表存储单元 444 中的抽头系数需要不同于图 46 所示的抽头系数。
- 30

图 53 示出为存储在系数表存储单元 444 中的抽头系数执行学习处理的

学习设备 460B 的说明性结构。在图 53 中,用相同的参考号描述类似于图 50 所示的部件或组件。也就是,图 53 所示的学习设备 460B 除了在量化电路 463 的下游新提供逆量化电路 481 之外,基本上类似于图 50 所示的电路进行构造。

5       在图 53 所示的学习设备 460B 中,逆量化电路 481 输入由量化电路 463 输出的量化 DCT 系数,和作为辅助信息的量化表。逆量化电路 481 根据来自量化电路 463 的量化表,对类似来自量化电路 463 的量化 DCT 系数进行逆量化,以将结果 DCT 系数发送到预测抽头提取电路 464 和类抽头提取电路 465。

10       因此,在预测抽头系数提取电路 464 和类抽头提取电路 465 中,不仅从量化 DCT 系数而且从 DCT 系数形成预测抽头和类抽头。随后对 DCT 系数执行类似于图 50 情况的处理。

结果是,所获得的抽头系数遭受由于 DCT 系数的量化和随后的逆量化而产生的量化误差效果。

15       图 54 示出图 44 所示的系数转换电路 432 的说明性结构。在图 54 中,用相同的参考号表示类似于图 46 所示的部件或组件,并且为简洁起见,省略对应的描述。也就是,图 52 所示的系数转换电路 432C 除了系数转换电路 432 缺少类抽头提取电路 442 之外,基本上类似于图 46 所示的电路进行构造。

20       因此,在图 54 所示的系数转换电路 432C 中,分类电路 433 仅根据向其提供的作为辅助信息的量化表执行分类,并且将结果辅助信息类代码直接发送到系数表存储单元 444,作为最终类代码。

在本发明的实施例中,如上所述,辅助信息类代码为一位,因此只有抽头系数的  $2(=2^1)$  类的抽头系数存储在系数表存储单元 444 中,并且使用这些

25       抽头系数执行处理。

因此,在图 54 所示的系数转换电路 432C 中,存储在系数表存储单元中的抽头系数不同于图 46 中的抽头系数。

图 55 示出负责存储在图 54 的系数表存储单元 444 中的抽头系数的学习处理的学习设备 460C 的说明性结构。在图 55 中,用相同的参考号表示类似于图 50 所示的部件或组件,并且为简洁起见,省略对应的描述。也就是,

30       图 55 所示的学习设备 460C 除了缺少类抽头提取电路 465 之外,基本上类似

于图 50 所示的电路进行构造。

因此,在图 55 所示的学习设备 460C 中,对仅根据辅助信息获得的类逐个地在正则方程求和电路 467 中执行上述求和。在抽头系数确定电路 468 中,对通过上述求和生成的正则方程进行求解,以得到抽头系数。

5 图 56 示出图 44 的系数转换电路 432 的说明性结构。在图 56 中,用相同的参考号表示类似于图 46 或 52 所示的部件或组件,并且为简洁起见,省略对应的描述。也就是,图 56 所示的系数转换电路 432D 除了系数转换电路 432D 缺少类抽头提取电路 442,并且新提供逆量化电路 471 之外,基本上类似于图 46 所示的电路进行构造。

10 因此,如同在图 54 的系数转换电路 432C 中,在图 56 所示的系数转换电路 432D 中,只存储仅根据作为辅助信息的量化表执行的分类所获得的类的抽头系数,并且使用这些抽头系数执行处理。

而且,如同图 52 的系数转换电路 432C,在图 56 所示的系数转换电路 432D 中,对由解量化电路 471 输出的 DCT 系数在预测抽头提取电路 41 中  
15 形成预测抽头。随后,执行对 DCT 系数的处理。

因此,在图 56 所示的系数转换电路 432D 中,存储在系数表存储单元 444 中的抽头系数不同于图 46 所示的抽头系数。

图 57 示出执行存储在系数表存储单元 444 中的抽头系数的学习处理的学习设备 460D 的说明性结构。其中,用相同的参考号表示与图 50 或图 53  
20 的情况对应的部件,并且为简洁起见,省略对应的说明。也就是,图 57 所示的学习设备 460D 除了缺少类抽头提取电路 465,并且新提供逆量化电路 481 之外,基本上等同于图 50 所示的对应设备进行构造。

因此,使用图 57 所示的学习设备 460D,在预测抽头系数提取电路 464 中对 DCT 系数而不是量化 DCT 系数形成预测抽头。随后,对 DCT 系数执  
25 行处理。在正则方程求和电路 467 中,对仅仅基于作为辅助信息的量化表的前述求和的分类所获得的每个类执行处理。在抽头系数确定电路 468 中,对基于类的正则方程进行求解,以得到抽头系数。

前面描述是面向通过设计用于对静止图像进行压缩编码的 JPEG 编码产生的图像进行的,然而,本发明还适用于设计用于对运动图像进行压缩编码  
30 的 MPEG 编码图像。

图 58 示出在执行 MPEG 编码的情况下,图 2 的编码器 42 的说明性结

构。

在图 58 所示的编码器 421 中, 构成要用 MPEG 编码的运动图像的帧或域顺序提供给运动检测电路 491 和计算单元 492。

5 运动检测电路 491 基于宏块检测向其提供的帧的运动向量, 以将所检测的运动向量发送到熵编码电路 496 和运动补偿电路 500。

如果发送到运动检测电路 491 的图像是 I-图像, 它直接将图像发送到分块电路 493。如果发送到运动检测电路 491 的图像是 P-图像或 B-图像, 它计算该图像与从运动补偿电路 500 提供的基准图像的差, 以将该差发送到分块电路 493。

10 分块电路 493 将计算单元 492 的输出分块为发送到 DCT 电路 494 的  $8 \times 8$  像素的像素块。DCT 电路 494 对来自分块电路 493 的像素块应用 DCT, 以将结果 DCT 系数发送到量化电路 495。量化电路 495 根据预设量化表对来自 DCT 电路 494 的基于块的 DCT 系数进行量化, 以将结果量化 DCT 系数和所使用的量化表发送到熵编码电路 496。熵编码电路 496 对来自量化电  
15 路 495 的量化 DCT 系数进行熵编码, 并且添加来自运动检测电路 491 的运动向量, 来自量化电路 495 的量化表和其他所需信息, 以输出作为 MPEG 编码数据的结果编码数据。

对于由量化电路 495 输出的量化 DCT 系数, I-图像和 P-图像需要进行局部解码, 以用作随后编码的 P-图像和 B-图像的基准图像。因此, I-图像和  
20 P-图像不仅发送到熵编码电路 496 和逆量化电路 497。逆量化电路还输入在量化电路 495 中使用的量化表。

逆量化电路 497 根据来自量化电路 495 的量化表将来自量化电路 495 的量化 DCT 系数逆量化为发送到反向 DCT 电路 498 的 DCT 系数。反向 DCT 电路对来自逆量化电路 497 的 DCT 系数应用反向 DCT, 以输出结果到计算  
25 单元 499。计算单元 499 不仅输入反向 DCT 电路 498 的输出, 而且输入从运动补偿电路 500 输出的基准图像。如果反向 DCT 电路 498 的输出为 P-图像, 该输出加到运动补偿电路 500 的输出, 以形成解码原始图像。如果反向 DCT 电路 498 的输出为 I-图像, 输出为解码 I-图像, 从而计算单元 499 直接将该图像发送到运动补偿电路 500。

30 运动补偿电路 500 根据来自运动检测电路 491 的运动向量对来自计算单元 499 的局部解码图像应用运动补偿, 以将经过运动补偿的图像作为基准图

像发送到计算单元 492 和计算单元 499。

上述的通过 MPEG 编码获得的编码数据可以由设计为如图 59 所示的 MPEG 解码器 510 进行解码。

在图 59 的 MPEG 解码器 510 中, 编码数据发送到熵解码电路 511。然后熵解码电路 111 对编码数据进行熵解码, 以产生量化 DCT 系数, 并且分离出包含在编码数据中的运动向量、量化表和其他所需信息。量化 DCT 系数和量化表发送到逆量化电路 512, 而运动向量发送到运动补偿电路 516。

逆量化电路 512 根据从熵解码电路 511 提供的量化表对来自熵解码电路 511 的量化 DCT 系数进行逆量化, 以形成发送到反向 DCT 电路 513 的 DCT 系数。该反向 DCT 电路 513 对来自逆量化电路 512 的 DCT 系数应用反向 DCT, 以将结果输出到计算单元 514。该计算单元不仅输入反向 DCT 电路 513 的输出, 而且输入从运动补偿电路 516 输出的, 并且根据来自熵解码电路 511 的运动向量进行运动补偿过的已经经过解码的 I-图像或 P-图像。如果反向 DCT 电路 513 的输出为 P-图像或 B-图像, 计算单元 514 将该输出与运动补偿电路 516 的输出一起相加, 以形成发送到解块电路 515 的解码原始图像。如果反向 DCT 电路 513 的输出为 I-图像, 输出为解码 I-图像, 因此它直接发送到解块电路 515。

解块电路 515 根据像素块对向其提供的解码图像进行解块, 以产生并输出解码图像。

运动补偿电路 516 在从计算单元 514 输出的解码图像中接收 I-图像和 P-图像, 以根据来自熵解码电路 511 的运动向量对其应用运动补偿。运动补偿电路 516 将经过运动补偿的图像作为基准图像发送到计算单元 514。

如上所述, 使用图 44 的解码器 422, 能够将 MPEG 编码数据有效地解码为高质量的图像。

也就是, 编码数据发送到熵解码电路 431, 然后熵解码电路 431 对编码数据进行熵解码, 以产生量化 DCT 系数, 并且分离出包含在编码数据中的运动向量、量化表和其他所需信息。量化 DCT 系数从熵解码电路 431 发送到系数转换电路 432D, 而量化表和运动向量等也从熵解码电路 431 作为辅助信息发送到系数转换电路 432D。

使用来自熵解码电路 431 的量化 DCT 系数 Q, 辅助信息和通过学习得到的抽头系数, 系数转换电路 432D 执行预设预测计算, 同时在必要时还根



据来自熵解码电路 431 的运动向量执行运动补偿, 以将量化 DCT 系数解码为发送到解块电路 433 的原始像素值。

解块电路 433 对由系数转换电路 432D 获得并由解码像素构成的像素块进行解块, 以产生并输出解码图像。

- 5 图 60 示出在从解码器 22 对 MPEG 编码数据进行解码的情况下, 图 44 的系数转换电路 432 的说明性结构。在图 60 中, 用相同的参考号表示与图 56 或 59 的情况对应的部件, 并且为简洁起见, 省略对应说明。也就是, 图 60 所示的系数转换电路 432E 除了在乘积和电路 45 的下游提供有图 59 所示的计算单元 514 和运动补偿电路 516 之外, 基本上等同于图 56 所示的对应  
10 设备进行构造。

因此, 在图 60 所示的系数转换电路 432E 中, 代替图 59 的 MPEG 解码器的反向 DCT 电路 513 中的反向 DCT 处理, 执行类似于图 56 所示的处理。随后, 执行类似于图 59 中的处理, 以产生解码图像。

- 其中, 在图 60 所示的系数转换电路 432E 中, 不仅量化表, 而且运动  
15 向量包含在发送到分类电路 443 的辅助信息中。因此分类电路 443 能够不仅根据量化表, 而且根据运动向量执行分类。在基于运动向量的分类中, 能够使用表示运动向量与预设阈值之间的大小关系的代码或表示运动向量的  $x$  和  $y$  分量与预设阈值之间的大小关系的代码。

- 图 61 示出负责存储在图 60 的系数表存储单元 444 中的抽头系数的学习  
20 处理的学习设备 460E 的说明性结构。在图 61 中, 用相同的参考号表示类似于图 57 所示的部件或组件, 并且为简洁起见, 省略对应的描述。

- 也就是, 在图 61 所示的学习设备 460E 中, 运动向量检测电路 521 和  
计算单元 522 输入作为老师数据的学习图像。运动检测电路 521、计算单元 522、分块电路 523、DCT 电路 524、量化电路 525、逆量化电路 527、反向  
25 DCT 电路 528、计算单元 529 或运动补偿电路 530 分别执行类似于由图 58 的运动检测电路 491、计算单元 492、分块电路 493、DCT 电路 494、量化电路 495、逆量化电路 497、反向 DCT 电路 498、计算单元 499 或运动补偿电路 500 执行的处理, 从而量化电路 525 输出类似于由图 58 的量化电路 495 输出的量化 DCT 系数和量化表。

- 30 由量化电路 525 输出的量化 DCT 系数和量化表, 发送到逆量化电路 481, 然后逆量化电路 481 根据来自量化电路 525 的量化步长对来自量化电

路 525 的量化 DCT 系数进行逆量化, 以转换为随后提供给预测抽头系数提取电路 464 的 DCT 系数。预测抽头系数提取电路 464 从来自逆量化电路 481 的 DCT 系数形成预测抽头, 以将如此形成的预测抽头发送到正则方程求和电路 467。

- 5        分类电路 466 根据从量化电路 525 输出的量化表执行分类。如果图 60 的分类电路 433 根据量化表和运动向量执行分类, 分类电路 466 根据由量化电路 525 输出的量化表和从运动向量检测电路 521 输出的运动向量执行分类。

- 10       通过分类电路 466 的分类得到的类代码发送到正则方程求和电路 467, 在其中, 以计算单元 522 的输出为老师数据并且以来自逆量化电路 481 的预测抽头作为学生数据, 逐类地执行前述求和, 以生成正则方程。

抽头系数确定电路 468 对由正则方程求和电路 467 生成的基于类的正则方程进行求解, 以得到基于类的抽头系数, 然后这些抽头系数发送并存储在系数表存储单元 469 中。

- 15       使用由此得到的基于类的抽头系数, 图 60 的乘积和电路 445 对 MPEG 编码数据进行解码。因此, 可以同时执行对 MPEG 编码数据进行解码的處理和改善图像质量的處理, 从而可以从 MPEG 编码数据获得高图像质量的解码图像。

- 20       其中, 可以不提供逆量化电路 471 形成图 60 的系数转换电路 432E。在这种情况下, 可以不提供逆量化电路 481 形成图 60 的学习设备 460E。

注意, 系数转换电路 432D 可以设计为带类抽头提取电路 442。在这种情况下, 如果图 61 的学习设备 460E 设计为带类抽头提取电路 465, 是足够的。

- 25       在上述情况下, 使用量化表或运动向量作为辅助信息。然而, 作为辅助信息, 还可以使用恢复 DCT 系数非强制的各种信息。例如, 在 MPEG 编码数据中, 除了量化表或运动向量之外, 可以使用图像类型、宏块类型等作为辅助信息。

- 30       根据本发明, 如上所述, 原始数据中的感兴趣数据分配到多个类中的一个, 并且获得通过学习得到的基于类的抽头系数中与感兴趣数据的类对应的的抽头系数。使用与感兴趣数据的类对应的的抽头系数和所转换的数据, 执行预设计算以将所转换的数据有效地解码为原始数据。

而且,根据本发明,其中,作为老师的老师数据至少通过正交变换或频率变换进行处理,以生成作为学生的学生数据,并且执行学习,以在统计上最小化通过使用与感兴趣老师数据的类对应的抽头系数和学生数据的预测计算获得的老师数据的预测值的预测误差,以得到抽头系数。使用由此得到的抽头系数,经过正交或频率变换的数据可以进行有效的解码。

现在对本发明的进一步变型进行说明。

在现在说明的实施例中,图62所示的,由熵解码电路631、系数转换电路632和解块电路633组成的解码器622如同图2所示的解码器22,用来对编码数据进行解码。编码数据不仅包含熵编码量化DCT系数,而且包含量化表。

使用来自熵解码电路631的量化DCT系数Q,并且还使用通过学习(后面将进行说明)得到的抽头系数,系数转换电路632执行预设预测计算,以将基于块的量化DCT系数解码为 $8 \times 8$ 像素的原始块。

15   解块电路633对在系数转换电路632中获得的解码块进行解块,以产生并输出解码图像。

参照图63的流程图,说明图62的解码器622的处理。

20   编码数据顺序提供给熵解码电路631。在步骤S301,熵解码电路631对编码数据进行熵解码,以将基于块的量化DCT系数Q发送到系数转换电路632。系数转换电路632在步骤S302使用抽头系数执行预测计算,以对基于块的量化DCT系数Q进行解码,来形成基于块的像素值,然后这些像素值提供给解块电路633。解块电路在步骤S303对来自系数转换电路632的像素值块(解码块)进行解块,以输出结果解码图像,来结束处理。

图62的系数转换电路632使用例如分类自适应处理,将量化DCT系数解码为像素值。

25   图64示出适用于将量化DCT系数解码为像素值的图62的系数转换电路632的说明性结构。

在图64所示的系数转换电路632A中,由熵解码电路631(图62)输出的基于块的量化DCT系数发送到预测抽头提取电路641和类抽头提取电路642。

30   预测抽头提取电路641顺序将与向其提供的量化DCT系数块(下面偶尔称作DCT块)对应的像素值块设为感兴趣的像素块。在本阶段没有出现,但

事实上预先假定的像素值块在下面偶尔称作像素块。而且构成感兴趣像素块的像素以光栅扫描顺序依次变为感兴趣的像素。总言之,预测抽头提取电路641提取用来预测感兴趣像素的像素值的量化DCT系数,以用作预测抽头。

也就是,本实施例的预测抽头提取电路641提取与感兴趣的像素所属的  
5 像素块对应的DCT块的全部量化DCT系数,即 $8 \times 8 = 64$ 个量化DCT系数,作为预测抽头,如图65A所示。因此,在本实施例中,为给定像素块的所有像素形成相同的预测抽头。作为替换,还可以对感兴趣的像素逐个地用不同的量化DCT系数形成预测抽头。

其中,形成预测抽头的量化DCT系数不限于前述模式。

10 在预测抽头提取电路641中获得的,构成像素块的各个像素的预测抽头,即对应于64像素中每个像素的64组预测抽头,发送到乘积和电路645。然而,由于为一个像素块的所有像素形成相同的预测抽头,因此如果对一个像素块将一组预测抽头提供给乘积和电路645,实际上是足够的。

15 类抽头提取电路642提取用于将感兴趣的像素划分为多个类中的一个的量化DCT系数,以用作类抽头。

其中,在JPEG编码时,由于逐像素块地对图像进行编码(DCT和量化),从而属于给定像素块的像素通过分类分配到同一类。因此,类抽头提取电路642为给定像素块的各个像素形成相同的类抽头。

20 也就是,在本实施例中,类抽头提取电路642提取与感兴趣的像素所属的像素块对应的DCT块和该块上下左右四个DCT块,共五个DCT块,的量化DCT系数,量化DCT系数的数目为 $8 \times 8 \times 5 = 320$ ,作为类抽头。

25 注意,将属于一个高图像质量像素块的各个像素分配为同一类相当于对像素块进行分类。因此,如果类抽头提取电路242不是形成用于对构成感兴趣的像素块的64个像素中的每个进行分类的64组类抽头,而是形成用于对感兴趣的像素块进行分类的一组类抽头,是足够的。因此,为了逐像素块地对当前像素块进行分类,类抽头提取电路642提取与当前像素块相关联的DCT块的量化DCT系数和位于其上下左右的量化DCT系数,用作类抽头。

其中,形成预测抽头或类抽头的量化DCT系数不限于这些上述模式。

30 也就是,在JPEG编码时,以由 $8 \times 8$ 像素构成的像素块为单位执行DCT和量化,以形成由 $8 \times 8$ 量化DCT系数构成的DCT块。因此,可以设想,在通过分类自适应处理对给定像素块的像素进行解码时,只使用与该像素块

相关联的 DCT 块的量化 DCT 系数作为类抽头。

然而，如果注意力集中于给定图像的给定像素块，通常当前像素块的像素与邻近像素块的像素之间存在特定不可忽略的关系。因此，通过不仅从与特定像素块对应的 DCT 块而且从其他 DCT 块提取量化 DCT 系数，并且将  
5 它们用作类抽头，可以更适当地对感兴趣的像素进行分类，从而，解码图像比如果仅使用与像素块对应的 DCT 块的量化 DCT 系数作为类抽头，具有更高的图像质量。

在前面说明中，使用来自与特定像素块对应的 DCT 块和其相邻上下左右的四个 DCT 块的量化 DCT 系数作为类抽头。作为替换，还可以从斜向相  
10 邻于与当前像素块对应的 DCT 块的 DCT 块，并且从不相邻于与当前像素块对应的 DCT 块，但位于其附近的 DCT 块提取量化 DCT 系数，作为类抽头。也就是，对从中提取用作类抽头的量化 DCT 系数的 DCT 块的范围没有特定的限制。

在类抽头提取电路 642 中获得的感兴趣像素块的类抽头发送到分类电路  
15 643。根据从类抽头提取电路 642 获得的类抽头，分类电路 643 对感兴趣的像素块进行分类，以输出与如此产生的类对应的类代码。

例如，可以使用 ADRC 作为分类方法。

在采用 ADRC 的方法中，形成类抽头的量化 DCT 系数用 ADRC 进行处理，并且根据如此产生的 ADRC 码确定感兴趣像素块的类。

20 在分类电路 643 中，通过 ADRC 处理或向量量化压缩类抽头的信息量，然后进行分类。

其中，在本实施例中，类抽头由 320 个量化 DCT 系数形成。因此，如果通过 1 位 ADRC 处理执行分类，类代码的数目为  $2^{320}$  这一庞大数字。

因此，在本实施例中，分类电路 643 从形成类抽头的量化 DCT 系数提  
25 取高关键度的特征值，并且根据这些特征值进行分类，以减少类的数目。

也就是，图 66 示出图 64 的分类电路 643 的说明性结构。

在图 64 所示的分类电路 643 中，类抽头适用于提供给功率计算电路  
651。功率计算电路 651 将形成类抽头的量化 DCT 系数分裂为多个空域频段，并且计算各个频段的功率值。

30 也就是，功率计算电路 651 将形成类抽头的  $8 \times 8$  量化 DCT 系数分裂为四个空域频段  $S_0$ 、 $S_1$ 、 $S_2$  和  $S_3$ ，例如图 8 所示。

如果 DCT 块的  $8 \times 8$  量化 DCT 系数以光栅扫描顺序从 0 用序列数作为字母  $x$  的下标进行表示, 如图 6 所示, 空域频段  $S_0$  由 4 个量化 DCT 系数  $x_0$ 、 $x_1$ 、 $x_8$ 、 $x_9$  构成, 空域频段  $S_1$  由 12 个量化 DCT 系数  $x_2$ 、 $x_3$ 、 $x_4$ 、 $x_5$ 、 $x_6$ 、 $x_7$ 、 $x_{10}$ 、 $x_{11}$ 、 $x_{12}$ 、 $x_{13}$ 、 $x_{14}$ 、 $x_{15}$  构成, 空域频段  $S_2$  由 12 个量化 DCT 系数  $x_{16}$ 、 $x_{17}$ 、 $x_{24}$ 、 $x_{25}$ 、 $x_{32}$ 、 $x_{33}$ 、 $x_{40}$ 、 $x_{41}$ 、 $x_{48}$ 、 $x_{49}$ 、 $x_{56}$ 、 $x_{57}$  构成, 并且空域频段  $S_3$  由 36 个量化 DCT 系数  $x_{18}$ 、 $x_{19}$ 、 $x_{20}$ 、 $x_{21}$ 、 $x_{22}$ 、 $x_{23}$ 、 $x_{26}$ 、 $x_{27}$ 、 $x_{28}$ 、 $x_{29}$ 、 $x_{30}$ 、 $x_{31}$ 、 $x_{34}$ 、 $x_{35}$ 、 $x_{36}$ 、 $x_{37}$ 、 $x_{38}$ 、 $x_{39}$ 、 $x_{42}$ 、 $x_{43}$ 、 $x_{44}$ 、 $x_{45}$ 、 $x_{46}$ 、 $x_{47}$ 、 $x_{50}$ 、 $x_{51}$ 、 $x_{52}$ 、 $x_{53}$ 、 $x_{54}$ 、 $x_{55}$ 、 $x_{58}$ 、 $x_{59}$ 、 $x_{60}$ 、 $x_{61}$ 、 $x_{62}$ 、 $x_{63}$  构成。

而且, 功率计算电路 651 计算量化 DCT 系数的 AC 分量的功率值  $P_0$ 、 $P_1$ 、 $P_2$  和  $P_3$ , 以输出如此计算的功率值  $P_0$ 、 $P_1$ 、 $P_2$  和  $P_3$  到类代码生成电路 652。

也就是, 功率计算电路 651 得到 4 个量化 DCT 系数  $x_0$ 、 $x_1$ 、 $x_8$ 、 $x_9$  的 AC 分量  $x_1$ 、 $x_8$ 、 $x_9$  的平方和值  $x_1^2 + x_8^2 + x_9^2$ , 以将结果平方和作为功率  $P_0$  输出到类代码生成电路 652。功率计算电路 651 还得到空域频段  $S_1$  的 12 个量化 DCT 系数的 AC 分量的平方和(即全部 12 个量化 DCT 系数), 以将结果平方和作为功率  $P_1$  输出到类代码生成电路 652。功率计算电路 651, 还如同如上所述的空域频段  $S_1$  的情况, 得到空域频段  $S_2$  和  $S_3$  的功率值  $P_2$  和  $P_3$ , 以将结果功率值输出到类代码生成电路 652。

类代码生成电路 652 将来自功率计算电路 651 的功率值  $P_0$ 、 $P_1$ 、 $P_2$  和  $P_3$  与存储在阈值存储单元 653 中的对应阈值  $TH_0$ 、 $TH_1$ 、 $TH_2$  和  $TH_3$  进行比较, 以根据其大小关系输出类代码。也就是, 类代码生成电路 652 将功率  $P_0$  与阈值  $TH_0$  进行比较, 以产生表示大小关系的 1 位代码。采用类似的方式, 类代码生成电路 652 将功率  $P_1$  与阈值  $TH_1$ 、功率  $P_2$  与阈值  $TH_2$ 、和功率  $P_3$  与阈值  $TH_3$  进行比较, 以为每个功率-阈值组合产生一个 1 位代码。

因此类代码生成电路 652 获得用于形成类抽头的五个 DCT 块的每个块的 4 个 1 位代码, 即一个 20 位代码。类代码生成电路 652 输出该 20 位代码, 作为表示感兴趣像素块的类的类代码。在这种情况下, 感兴趣的像素块通过分类分配到  $2^{20}$  个类中的一个。

阈值存储单元 653 存储阈值  $TH_0$  到  $TH_3$ , 以将其与空域频段  $S_0$  到  $S_3$  的功率值  $P_0$  到  $P_3$  进行比较。

在上述情况下, 量化 DCT 系数的 DC 分量  $x_0$  没有用来分类。然而, DC 分量  $x_0$  也可以用来分类。

回到图 64, 如上所述由分类电路 643 输出的类代码作为地址提供给系数表存储单元 644。

- 系数表存储单元 644 存储其中登记有通过学习处理获得的抽头系数的系数表, 并且将与由分类电路 643 输出的类代码相关联的地址中存储的抽头系数输出到乘积和电路 645。

在本实施例中, 由于对像素块进行分类, 因此, 为感兴趣的像素块获得一个类代码。另一方面, 由于本实施例中的像素块由  $8 \times 8 = 64$  个像素组成, 因此对构成感兴趣像素块的 64 个像素进行解码需要 64 组抽头系数。因此, 系数表存储单元 644 为对应于一个类代码的地址存储 64 组抽头系数。

- 乘积和电路 645 获得由预测抽头系数提取电路 641 输出的预测抽头和由系数表存储单元 644 输出的抽头系数, 并且使用预测抽头和抽头系数执行方程(1)所示的线性预测处理(乘积和处理), 以将感兴趣像素块的  $8 \times 8$  像素的像素值作为对应 DCT 块的解码结果输出到解块电路 633(图 62)。

- 在预测抽头系数提取电路 641 中, 感兴趣像素块的每个像素顺序变为感兴趣的像素。乘积和电路 645 然后执行与感兴趣像素块的当前感兴趣像素的像素位置相关联的操作模式下的操作。该操作模式在下面偶尔称作像素位置模式。

也就是, 如果  $P_i$  表示以光栅扫描顺序的感兴趣像素块的像素的第  $i$  个像素,  $P_i$  为感兴趣像素, 乘积和电路 45 执行像素模式#1 的处理。

- 具体地说, 系数表存储单元 644 输出 64 组抽头系数, 以对构成感兴趣像素块的 64 个像素中的每个像素进行解码。如果  $W_i$  表示用于对像素  $p_i$  进行解码的一组抽头系数, 并且操作模式是像素模式#1, 乘积和电路 645 使用预测抽头和 64 组抽头系数中的  $W_i$  组执行方程(1)的乘积和处理, 并且使乘积和的结果为像素  $p_i$  的解码结果。

- 参照图 67 的流程图, 说明图 64 的系数转换电路 632A 的处理。

由熵解码电路 631 输出的基于块的 DCT 系数由预测抽头系数提取电路 641 和类抽头提取电路 642 进行顺序接收。预测抽头系数提取电路 641 顺序使所提供的与量化 DCT 系数块(DCT 块)对应的像素块成为感兴趣的像素块。

- 在步骤 S311, 类抽头提取电路 642 提取接收并且用来对感兴趣像素块进行分类的量化 DCT 系数, 即与感兴趣的像素块对应的 DCT 块和相邻于其上下左右方的四个 DCT 块, 共五个 DCT 块的量化 DCT 系数, 以形成类抽

头, 然后该类抽头输出到分类电路 643。

在步骤 S312, 使用来自类抽头提取电路 642 的类抽头, 分类电路 643 对感兴趣的像素块进行分类, 以将结果类代码输出到系数表存储单元 644。

也就是, 在图 68 的流程图中的步骤 S312, 分类电路 643 的功率计算电路 651(图 66), 首先在步骤 S321, 为形成类抽头的五个 DCT 块中的每个块, 计算图 8 所示的四个空域频段  $S_0$  到  $S_3$  的各个功率值  $P_0$  到  $P_3$ 。这些功率值  $P_0$  到  $P_3$  从功率计算电路 651 输出到类代码生成电路 652。

类代码生成电路 652 在步骤 S322 从阈值存储单元 653 读出阈值  $TH_0$  到  $TH_3$ , 以将来自功率计算电路 651 的形成类抽头的五个 DCT 块的功率值  $P_0$  到  $P_3$  与阈值  $TH_0$  到  $TH_3$  进行比较, 以根据各个大小关系生成类代码。然后程序返回。

回到图 67, 如上所述在步骤 S312 获得的类代码作为地址从分类电路 643 输出到系数表存储单元 644。

一接收到作为地址的来自分类电路 643 的类代码, 系数表存储单元 644 在步骤 S313 读出存储在地址中的 64 组抽头系数, 以将如此读出的抽头系数输出到乘积和电路 645。

程序然后移到步骤 S314, 其中, 预测抽头系数提取电路 641 提取用来预测以光栅扫描顺序尚未变为感兴趣像素的感兴趣像素块的感兴趣像素的像素值的量化 DCT 系数, 以形成预测抽头。该预测抽头从预测抽头系数提取电路 641 发送到乘积和电路 645。

在本实施例中, 由于逐像素块地为像素块的全部像素形成相同的预测抽头, 因此如果仅为初始成为感兴趣像素的像素执行步骤 S314 的处理, 就是足够的, 而没有必要对剩余 63 个像素执行处理。

在步骤 S315, 乘积和电路 645 从在步骤 S313 从系数表存储单元 644 输出的 64 组抽头系数中, 获得与感兴趣像素的像素位置模式对应的一组抽头系数, 并且使用该组抽头系数和从预测抽头系数提取电路 641 提供的预测抽头, 乘积和电路 645 执行方程(1)所示的乘积和处理, 以获得感兴趣像素的解码值。

程序然后移到步骤 S316, 其中, 预测抽头系数提取电路 641 验证对于感兴趣像素块的像素是否已全部作为感兴趣像素执行处理。如果在步骤 S316 证实, 对于感兴趣像素块的像素尚未全部作为感兴趣像素进行处理, 程序返



回到步骤 S314, 其中, 预测抽头系数提取电路 641 将以光栅扫描顺序尚未变为感兴趣像素的感兴趣像素块的感兴趣像素的像素值作为感兴趣像素重复类似的处理。

- 5 如果在步骤 S316 证实, 对感兴趣像素块的全部像素已作为感兴趣像素执行处理, 也就是, 如果已获得感兴趣像素块的全部像素的解码值, 乘积和电路 645 将由解码值构成的像素块(解码块)输出到解块电路 633(图 62), 以完成处理。

注意, 每次预测抽头系数提取电路 641 设置新的感兴趣像素块, 重复执行遵循图 67 流程图的处理。

- 10 在上述实施例中, 为构成类抽头的五个 DCT 块中的每个块计算相同空域频段  $S_0$  到  $S_3$  的功率值  $P_0$  到  $P_3$ 。作为替换, 可以根据为构成类抽头的五个 DCT 块中的每个计算的不同空域频段的功率值执行分类。

- 15 也就是, 对于形成类抽头的五个 DCT 块中的与感兴趣像素块对应的 DCT 块, 在下面偶尔称作感兴趣 DCT 块, 相邻于感兴趣 DCT 块上方的 DCT 块, 相邻于感兴趣 DCT 块下方的 DCT 块, 相邻于感兴趣 DCT 块左方的 DCT 块, 和相邻于感兴趣 DCT 块右方的 DCT 块, 如图 69 的阴影所示, 分别计算垂直和水平方向的高频段功率  $P_v$  和  $P_h$ , 垂直方向的高频段功率  $P_u$ , 水平方向的高频段功率  $P_d$ , 水平方向的高频段功率  $P_l$  和水平方向的高频段功率  $P_r$ 。

- 20 以参照图 66 和 68 所说明的方式, 根据  $P_v$ 、 $P_h$ 、 $P_u$ 、 $P_d$ 、 $P_l$  和  $P_r$  这些功率值执行分类。

在这种情况下, 在图 67 的步骤 S312, 在分类电路 643 中执行图 70 所示的处理。

- 25 也就是, 在步骤 S331, 分类电路 643 的功率计算电路 651(图 66), 计算图 69 所示的各个频段的功率值  $P_v$ 、 $P_h$ 、 $P_u$ 、 $P_d$ 、 $P_l$  和  $P_r$ , 以将结果输出到类代码生成电路 652。

类代码生成电路 652 在步骤 S322 从阈值存储单元 653 读出阈值。假定与功率值  $P_v$ 、 $P_h$ 、 $P_u$ 、 $P_d$ 、 $P_l$  和  $P_r$  分别进行比较的  $TH_v$ 、 $TH_h$ 、 $TH_u$ 、 $TH_d$ 、 $TH_l$  和  $TH_r$  存储在阈值存储单元 653 中。

- 30 一从阈值存储单元 653 读出阈值  $TH_v$ 、 $TH_h$ 、 $TH_u$ 、 $TH_d$ 、 $TH_l$  和  $TH_r$ , 类代码生成电路 652 分别将这些阈值与来自功率计算电路 651 的功率值  $P_v$ 、 $P_h$ 、 $P_u$ 、 $P_d$ 、 $P_l$  和  $P_r$  进行比较, 以获得与其大小关系对应的 6 位。类代码生

成电路 652 输出由 6 个 1 位代码组成的 6 位代码。然后程序返回。因此,在这种情况下,感兴趣像素(感兴趣像素块)划分到  $64=(2^8)$  类中的任意一个。

在前面所述中,使用量化 DCT 系数的 AC 分量作为类抽头进行分类。作为替换,可以使用量化 DCT 系数的 DC 分量执行分类。

- 5 也就是,可以使用感兴趣像素块的 DC 分量  $C_0$  和相邻于其上下左右方的 DCT 块的 DC 分量执行分类,如图 71 所示。

在这种情况下,分类电路 643 例如图 72 所示进行构造。

- 类抽头提供给差值计算电路 751。该差值计算电路 751 计算形成类抽头的五个 DCT 块的相邻于感兴趣 DCT 块的上下左右方的 DCT 块的 DC 分量  $C_u$ 、 $C_d$ 、 $C_l$  和  $C_r$  与感兴趣 DCT 块的 DC 分量  $C_0$  之间的差值的绝对值  $D_u$ 、 $D_d$ 、 $D_l$  和  $D_r$ , 并且将结果发送到类代码生成电路 752。也就是,差值计算电路 751 计算如下方程(9):

$$\begin{aligned} D_u &= |C_u - C_0| \\ D_d &= |C_d - C_0| \\ 15 \quad D_l &= |C_l - C_0| \\ D_r &= |C_r - C_0| \end{aligned} \quad \cdots (9)$$

以将计算结果发送到类代码生成电路 752。

- 类代码生成电路 752 将由差值计算电路 751 计算的计算结果(差值绝对值)  $D_u$ 、 $D_d$ 、 $D_l$  和  $D_r$  与存储在阈值存储单元 753 中的对应阈值  $TH_u$ 、 $TH_d$ 、 $TH_l$  和  $TH_r$  进行比较,以根据各个大小关系输出类代码。也就是,类代码生成电路 752 将差值绝对值  $D_u$  与阈值  $TH_u$  进行比较,以生成表示其大小关系的 1 位代码。类似地,类代码生成电路 752 分别将差值绝对值  $D_d$ 、 $D_l$  和  $D_r$  与阈值  $TH_d$ 、 $TH_l$  和  $TH_r$  进行比较,以产生各个 1 位代码。

- 25 类代码生成电路 752 输出以预设顺序对如上所述获得的 4 个 1 位代码进行排列所获得的 4 位代码(即从 0 到 15 的任意值)作为表示感兴趣像素块的类的类代码。因此,感兴趣的像素块划分为  $2^4(=16)$  个类。

阈值存储单元 753 存储阈值  $TH_u$ 、 $TH_d$ 、 $TH_l$  和  $TH_r$ , 以将其与差值绝对值  $D_u$ 、 $D_d$ 、 $D_l$  和  $D_r$  分别进行比较。

- 30 如果分类电路 643 如图 72 所示进行设计,在图 67 的步骤 S312,执行图 73 所示的处理。

也就是,在这种情况下,差值计算电路 751 在步骤 S341,使用形成类

抽头的五个 DCT 块的 DC 分量  $C_0$ 、 $C_u$ 、 $C_d$ 、 $C_l$  和  $C_r$  计算差值绝对值  $D_u$ 、 $D_d$ 、 $D_l$  和  $D_r$ ，以将差值绝对值  $D_u$ 、 $D_d$ 、 $D_l$  和  $D_r$  发送到类代码生成电路 752。

- 类代码生成电路 752 在步骤 S342 将存储在阈值存储单元 753 中的阈值  $TH_u$ 、 $TH_d$ 、 $TH_l$  和  $TH_r$  与来自差值计算电路 751 的差值绝对值  $D_u$ 、 $D_d$ 、 $D_l$  和  $D_r$  进行比较，以产生四个表示大小关系的 1 位代码。类代码生成电路 752 输出由四个 1 位代码构成的 4 位代码。然后程序返回。

其中，不仅可以只使用量化 DCT 系数的 AC 分量或 DC 分量，还可以使用 AC 分量和 DC 分量两者，执行分类。也就是，分类方法不限于上述技术。

- 10 注意，可以由图 16 或 18 所示的学习设备 60C 和 60D 执行用于学习存储在图 64 的系数表存储单元 644 中的抽头系数的学习处理。

图 62 的系数转换电路 632 可以如图 13 所示形成。

- 图 74 示出系数转换电路 632 的说明性结构。在图 74 中，用相同的参考号表示与图 64 的情况对应的部件，并且为简洁起见，省略对应的说明。也就是，图 74 所示的系数转换电路 632B 除了在乘积和电路 645 的下游新提供反向 DCT 电路 701 之外，基本上等同于图 64 所示的对应设备进行构造。

- 反向 DCT 电路 701 对乘积和电路 645 的输出应用反向 DCT，以将该输出解码为作为输出的图像。因此，图 74 的系数转换电路 632B 执行形成由预测抽头系数提取电路 641 输出的预测抽头的量化 DCT 系数和存储在系数表存储单元 644 中的抽头系数的乘积和，以输出 DCT 系数。

- 因此，在图 74 的系数转换电路 632B 中，量化 DCT 系数与抽头系数的乘积和处理不是将量化 DCT 系数解码为像素值，而是将其解码为 DCT 系数，该 DCT 系数在反向 DCT 电路 701 中进行反向 DCT 处理，从而解码为像素值。因此，存储在系数表存储单元 644 中的抽头系数需要不同于图 64 的抽头系数。

- 因此，图 75 示出负责执行存储在图 74 的系数表存储单元 644 中的抽头系数的学习处理的学习设备 660B 的说明性结构。其中，用在最高有效位的左边加上 6 的相同参考号表示与图 16 所示对应的部件或组件，并且为简洁起见，省略对应的说明。也就是，除了不是学习图像的像素值，而是由 DCT 电路 662 输出的从学习图像进行 DCT 处理的 DCT 系数，作为老师数据发送到正则方程求和电路 667 之外，图 75 所示的学习设备 660B 基本上类似于图

16 所示的设备进行构造。

因此，图 75 所示的学习设备 660B 中的正则方程求和电路 667 对作为老师数据的由 DCT 电路 662 输出的 DCT 系数和形成由系数表存储单元 644 输出的预测抽头的量化 DCT 系数执行上述求和。抽头系数确定电路 668 对  
5 通过这种求和获得的正则方程进行求解，以得到抽头系数。结果是，在图 75 的学习设备 660B 中，可以得到将量化 DCT 系数转换为减小或降低由于量化电路 663 的量化导致的量化误差的 DCT 系数的抽头系数。

在图 74 的系数转换电路 632B 中，乘积和电路 645 使用前述抽头系数，执行乘积和处理，输出是转换为减少量化误差的 DCT 系数的来自预测抽头  
10 系数提取电路 641 的量化 DCT 系数。这些 DCT 系数由反向 DCT 电路 701 进行反向 DCT，以产生由于量化误差导致的图像质量劣化度降低到最低值的解码图像。

图 76 示出图 62 所示的系数转换电路 632 的变型结构。在图 76 中，用相同的参考号表示与图 64 或 74 的情况对应的部件，并且为简洁起见，省略  
15 对应的说明。图 76 所示的系数转换电路 632C 除了如同图 18 新提供逆量化电路 671，并且还如同图 74 新提供反向 DCT 电路 701 之外，基本上等同于图 64 所示的对应设备进行构造。

因此，在图 76 的系数转换电路 632C 的预测抽头系数提取电路 641 和类抽头提取电路 642 中，对 DCT 系数，而不是量化 DCT 系数形成预测和类  
20 抽头。另外，图 76 的系数转换电路 632C 中的乘积和电路 645 使用形成由预测抽头系数提取电路 641 输出的预测抽头的 DCT 系数和存储在系数表存储单元 644 中的抽头系数执行乘积和处理，以产生减少量化误差的 DCT 系数。如此产生的 DCT 系数输出到反向 DCT 电路 701。

图 77 示出负责执行存储在图 76 的系数表存储单元 644 中的抽头系数的学习处理的学习设备 660C 的说明性结构。在图 77 中，用相同参考号表示类似于图 75 所示的部件或组件，并且为简洁起见，省略对应的说明。也就是，  
25 除了如同图 19 新提供逆量化电路 681，并且如同图 75，不是学习图像的像素值，而是通过对学习图像进行 DCT 处理获得的，来自 DCT 电路 662 的 DCT 系数，作为老师数据提供给正则方程求和电路 667 之外，图 77 所示的学习  
30 设备 660C 基本上类似于图 19 所示的电路进行构造。

因此，图 77 的学习设备 660C 使用由 DCT 电路 662 输出的 DCT 系数，

即没有量化误差的 DCT 系数作为老师数据, 并且还使用形成由预测抽头系数提取电路 664 输出的预测抽头的 DCT 系数, 即经过量化和逆量化的 DCT 系数作为学生数据, 执行上述求和。结果是, 在学习设备 660C 中, 可以得到将经过量化和逆量化的 DCT 系数转换为降低由于量化和逆量化导致的量

5 化误差的 DCT 系数的抽头系数。

根据本发明, 如上所述, 至少从不同于与感兴趣的处理数据对应的块的块提取用于将感兴趣的处理数据分配到多个类中的一个的所转换数据, 以用作类抽头, 然后根据类抽头执行分类, 以得到感兴趣处理数据的类, 并且使用感兴趣处理数据和所转换数据的类抽头系数执行预设预测计算, 以得到感  
10 兴趣处理数据的预测值, 从而可以从所转换数据有效地得到所需处理数据。

而且, 根据本发明, 从不同于至少与感兴趣的老师数据对应的块的块提取用于将感兴趣的老师数据分配到多个类中的一个的学生数据, 以用作类抽头, 然后根据类抽头执行分类, 以得到感兴趣老师数据的类。执行学习, 从而在统计上最小化通过用于基于类的抽头系数和学生数据的预测计算获得的  
15 老师数据的预测值的预测误差, 以逐类地得到抽头系数。使用所得到的抽头系数, 可以从通过正交或频率变换的数据有效地得到所需数据。

对本发明的进一步变型进行说明。

在现在说明的变型中, 使用由熵解码电路 831、系数转换电路 832 和解块电路 833 组成的解码器 822, 如同图 2 所示的解码器 22, 对编码数据进行  
20 解码。

编码数据提供给熵解码电路 831。熵解码电路 831 对编码数据进行熵解码, 并且将作为结果的基于块的量化 DCT 系数 Q 发送到系数转换电路 832。其中, 编码数据不仅包含熵编码量化 DCT 系数, 而且包含量化表, 而该量化表在必要时可以用于对量化 DCT 系数进行解码。

25 使用来自熵解码电路 831 的量化 DCT 系数 Q, 和通过学习得到的抽头系数, 系数转换电路 832 执行预设预测计算, 以将基于块的量化 DCT 系数解码为  $8 \times 8$  像素的原始块。

解块电路 833 对由系数转换电路 832 获得的解码块进行解块, 以产生并输出解码图像。

30 参照图 79 的流程图, 说明图 78 的解码器 822 的处理。

编码数据顺序输入到熵解码电路 831。在步骤 S401, 熵解码电路 831 对

编码数据进行熵解码, 以将基于块的量化 DCT 系数  $Q$  发送到系数转换电路 832。系数转换电路 832 在步骤 S402 使用抽头系数执行预测计算, 以将基于块的量化 DCT 系数  $Q$  解码为基于块的像素值, 然后这些像素值发送到解块电路 833。解块电路 833 对来自系数转换电路 832 的像素值块(解码块)进行

5 解块, 以输出结果解码图像, 来结束处理。

图 78 的系数转换电路 832 采用分类自适应处理, 将量化 DCT 系数解码为像素值。

图 80 示出用于将量化 DCT 系数解码为像素值的图 78 的系数转换电路 832 的说明性结构。

10 在图 80 所示的系数转换电路 832A 中, 从熵解码电路 831(图 78)输出的基于块的量化 DCT 系数发送到预测抽头提取电路 841 和类抽头提取电路 842。

预测抽头提取电路 841 顺序将与向其提供的量化 DCT 系数块(下面偶尔称作 DCT 块)对应的像素值块设为感兴趣的像素块。这些像素值块在本阶段

15 没有出现, 但事实上是预先假定的, 并且在下面偶尔称作像素块。而且, 构成感兴趣像素块的像素以光栅扫描顺序依次变为感兴趣的像素。总言之, 预测抽头提取电路 841 引用模式表存储单元 846 的模式表, 以用作预测抽头。

也就是, 模式表存储单元 846 存储其中登记有表示提取作为感兴趣像素的预测抽头的量化 DCT 系数的位置关系的模式信息的模式表。根据模式信息, 预测抽头系数提取电路 841 提取量化 DCT 系数, 以形成感兴趣像素的

20 预测抽头。

如上所述, 预测抽头提取电路 841 形成构成  $8 \times 8 = 64$  像素的像素块中的各个像素的预测抽头, 即对应于 64 像素中每个像素的 64 组预测抽头, 以将由此形成的预测抽头发送到乘积和电路 845。

25 类抽头提取电路 842 提取用于将感兴趣的像素划分为多个类中的任意一个的量化 DCT 系数, 以用作类抽头。在 JPEG 编码中, 逐像素块地对图像进行编码(DCT 和量化), 属于给定像素块的所有像素通过分类分配到同一类。因此, 类抽头提取电路 842 为给定像素块的各个像素形成相同的类抽头。也就是, 类抽头提取电路 842 提取与感兴趣的像素所属的像素块对应的 DCT

30 块的全部量化 DCT 系数, 即  $8 \times 8 = 64$  个量化 DCT 系数, 作为类抽头, 如图 6 所示。然而, 对各个感兴趣像素从不同的量化 DCT 系数形成类抽头是可

能的。

注意，将属于给定像素块的各个像素分配到同一类相当于对像素块进行分类。因此，如果类抽头提取电路 842 不是形成用于对构成感兴趣的像素块的 64 个像素中的每个进行分类的 64 组类抽头，而是形成对感兴趣的像素块  
5 进行分类的一组类抽头，是足够的。因此，为了逐像素块地对当前像素块进行分类，类抽头提取电路 842 提取与当前像素块相关联的 DCT 块的 64 个量化 DCT 系数，用作类抽头。

其中，形成预测抽头或类抽头的量化 DCT 系数不限于这些上述模式。

在类抽头提取电路 842 中获得的感兴趣像素块的类抽头发送到分类电路  
10 843。分类电路 843 根据来自类抽头提取电路 842 的类抽头对感兴趣的像素块进行分类，以输出与结果类对应的类代码。

例如，可以使用 ADRC 作为分类方法。

在采用 ADRC 的方法中，形成类抽头的量化 DCT 系数用 ADRC 进行处理，并且根据所产生的 ADRC 码确定感兴趣像素块的类。

15 在分类电路 843 中，最好通过 ADRC 处理或向量量化压缩类抽头的信息量，然后进行分类。

因此，在本实施例中，分类电路 843 从形成类抽头的量化 DCT 系数提取高关键度的特征值，并且根据这些特征值进行分类，以减少类的数目。

图 81 示出图 80 所示的分类电路 843 的说明性结构。

20 类抽头发送到功率计算电路 851，然后功率计算电路 851 将形成类抽头的量化 DCT 系数分裂为多个空域频段，以计算各个频段的功率。

也就是，功率计算电路 851 将形成类抽头的  $8 \times 8$  量化 DCT 系数分裂为四个空域频段  $S_0$ 、 $S_1$ 、 $S_2$  和  $S_3$ ，例如图 6 所示。空域频段  $S_0$  由 4 个量化 DCT 系数  $x_0$ 、 $x_1$ 、 $x_8$ 、 $x_9$  构成，空域频段  $S_1$  由 12 个量化 DCT 系数  $x_2$ 、 $x_3$ 、 $x_4$ 、 $x_5$ 、  
25  $x_6$ 、 $x_7$ 、 $x_{10}$ 、 $x_{11}$ 、 $x_{12}$ 、 $x_{13}$ 、 $x_{14}$ 、 $x_{15}$  构成，空域频段  $S_2$  由 12 个量化 DCT 系数  $x_{16}$ 、 $x_{17}$ 、 $x_{24}$ 、 $x_{25}$ 、 $x_{32}$ 、 $x_{33}$ 、 $x_{40}$ 、 $x_{41}$ 、 $x_{48}$ 、 $x_{49}$ 、 $x_{56}$ 、 $x_{57}$  构成，并且空域频段  $S_3$  由 36 个量化 DCT 系数  $x_{18}$ 、 $x_{19}$ 、 $x_{20}$ 、 $x_{21}$ 、 $x_{22}$ 、 $x_{23}$ 、 $x_{26}$ 、 $x_{27}$ 、 $x_{28}$ 、 $x_{29}$ 、 $x_{30}$ 、 $x_{31}$ 、 $x_{34}$ 、 $x_{35}$ 、 $x_{36}$ 、 $x_{37}$ 、 $x_{38}$ 、 $x_{39}$ 、 $x_{42}$ 、 $x_{43}$ 、 $x_{44}$ 、 $x_{45}$ 、 $x_{46}$ 、 $x_{47}$ 、 $x_{50}$ 、 $x_{51}$ 、 $x_{52}$ 、 $x_{53}$ 、 $x_{54}$ 、 $x_{55}$ 、 $x_{58}$ 、 $x_{59}$ 、 $x_{60}$ 、 $x_{61}$ 、 $x_{62}$ 、 $x_{63}$  构成。

30 而且，功率计算电路 851 计算空域频段  $S_0$ 、 $S_1$ 、 $S_2$ 、 $S_3$  中的每个频段的量化 DCT 系数的 AC 分量的功率值  $P_0$ 、 $P_1$ 、 $P_2$  和  $P_3$ ，以输出如此计算的功

率值  $P_0$ 、 $P_1$ 、 $P_2$  和  $P_3$  到类代码生成电路 852。

也就是，功率计算电路 851 得到 4 个量化 DCT 系数  $x_0$ 、 $x_1$ 、 $x_8$ 、 $x_9$  的 AC 分量  $x_1$ 、 $x_8$ 、 $x_9$  的平方和值  $x_1^2+x_8^2+x_9^2$ ，以将结果平方和作为功率  $P_0$  输出到类代码生成电路 852。功率计算电路 851 还得到空域频段  $S_1$  的 12 个量化 DCT 系数的 AC 分量的平方和(即全部 12 个量化 DCT 系数)，以将结果平方和作为功率  $P_1$  输出到类代码生成电路 852。功率计算电路 851，还如同如上所述的空域频段  $S_1$  的情况，分别得到空域频段  $S_2$  和  $S_3$  的功率值  $P_2$  和  $P_3$ ，以将结果功率值输出到类代码生成电路 852。

类代码生成电路 852 将来自功率计算电路 851 的功率值  $P_0$ 、 $P_1$ 、 $P_2$  和  $P_3$  与存储在阈值存储单元 853 中的对应阈值  $TH_0$ 、 $TH_1$ 、 $TH_2$  和  $TH_3$  进行比较，以根据其大小关系输出类代码。也就是，类代码生成电路 852 将功率  $P_0$  与阈值  $TH_0$  进行比较，以产生表示大小关系的 1 位代码。采用类似的方式，类代码生成电路 852 将功率  $P_1$  与阈值  $TH_1$  进行比较，以产生表示其大小关系的 1 位代码。同样地，类代码生成电路 852 将功率  $P_2$  与阈值  $TH_2$ 、和功率  $P_3$  与阈值  $TH_3$  分别进行比较，以为每个功率-阈值组合产生一个 1 位代码。类代码生成电路 852 以例如预设顺序将如上所述获得的 4 个 1 位代码(从而为从 0 到 15 的任意值)作为表示感兴趣像素块的类的类代码。因此，在本实施例中，感兴趣的像素块划分为  $2^4=16$  个类。

阈值存储单元 853 存储阈值  $TH_0$  到  $TH_3$ ，以将它们与空域频段  $S_0$  到  $S_3$  的功率值  $P_0$  到  $P_3$  分别进行比较。

在上述情况下，量化 DCT 系数的 DC 分量  $x_0$  没有用来分类。作为替换，该 DC 分量  $x_0$  也可以用来分类。

回到图 80，如上所述由分类电路 843 输出的类代码作为地址提供给系数表存储单元 844 和模式表存储单元 846。

系数表存储单元 844 存储其中登记有通过学习处理(随后将进行说明)获得的抽头系数的系数表，并且将与由分类电路 843 输出的类代码相关联的地址中存储的抽头系数输出到乘积和电路 845。

在对像素块进行分类的本实施例中，为感兴趣的像素块获得一个类代码。另一方面，由于本实施例中的像素块由  $8 \times 8=64$  个像素组成，因此对构成给定感兴趣像素块的 64 个像素进行解码需要 64 组抽头系数。因此，系数表存储单元 844 为对应于一个类代码的地址存储 64 组抽头系数。



乘积和电路 845 获得由预测抽头系数提取电路 841 输出的预测抽头和由系数表存储单元 844 输出的抽头系数, 并且使用预测抽头和抽头系数执行方程(1)所示的线性预测处理(乘积和处理), 以将感兴趣像素块的  $8 \times 8$  像素的像素值作为对应 DCT 块的解码结果输出到解块电路 833(图 78)。

- 5 在预测抽头系数提取电路 841 中, 感兴趣像素块的每个像素顺序变为感兴趣的像素。乘积和电路 845 然后执行与感兴趣像素块的当前感兴趣像素的像素位置相关联的操作模式下的操作。该操作模式在下面偶尔称作像素位置模式。

- 10 也就是, 如果  $P_i$  表示以光栅扫描顺序的感兴趣像素块的像素的第  $i$  个像素,  $P_i$  为感兴趣像素, 乘积和电路 845 执行像素模式#1 的处理。

- 具体地说, 系数表存储单元 844 输出 64 组抽头系数, 以对构成感兴趣像素块的 64 个像素中的每个像素进行解码。如果  $W_i$  表示用于对像素  $p_i$  进行解码的一组抽头系数, 并且操作模式是像素模式#1, 乘积和电路 845 使用预测抽头和 64 组抽头系数中的组  $W_i$  执行方程(1)的乘积和处理, 并且使乘积和的结果为像素  $p_i$  的解码结果。
- 15

模式表存储单元 846 其中存储有一个模式表, 在该模式表中登记有通过学习模式信息所获得的表示量化 DCT 信息的提取模式的模式信息, 后面将对此进行说明。模式表存储单元 846 将与由分类电路 843 输出的类代码相关联的地址中所存储的模式信息输出到预测抽头提取电路 841。

- 20 在模式表存储单元 846 中, 为与一个类代码相关联的地址存储有 64 组模式信息(每个像素位置模式的模式信息)。

参照图 82 的流程图, 说明图 80 的系数转换电路 832A 的处理。

- 由熵解码电路 831 输出的基于块的 DCT 系数由预测抽头系数提取电路 841 和类抽头提取电路 842 进行顺序接收。预测抽头系数提取电路 841 顺序使与量化 DCT 系数块(DCT 块)对应的像素块成为感兴趣的像素块。
- 25

在步骤 S411, 类抽头提取电路 842 提取接收并且用来对感兴趣像素块进行分类的量化 DCT 系数, 以形成类抽头, 然后类抽头输出到分类电路 243。

- 在步骤 S412, 使用来自类抽头提取电路 842 的类抽头, 分类电路 843 对感兴趣的像素块进行分类, 以将结果类代码输出到系数表存储单元 844 和模式表存储单元 846。
- 30

也就是, 在图 83 的流程图中的步骤 S412, 分类电路 843 的功率计算电

路 851(图 81), 首先在步骤 S421, 将构成类抽头的  $8 \times 8$  量化 DCT 系数分裂为四个空域频段  $S_0$  到  $S_3$ , 以计算各个功率值  $P_0$  到  $P_3$ 。这些功率值  $P_0$  到  $P_3$  从功率计算电路 851 输出到类代码生成电路 852。

- 5 类代码生成电路 852 在步骤 S422 读出阈值  $TH_0$  到  $TH_3$ , 以将来自功率计算电路 851 的功率值  $P_0$  到  $P_3$  与阈值  $TH_0$  到  $TH_3$  进行比较, 以根据大小关系生成类代码。然后程序返回。

回到图 82, 如上所述在步骤 S412 获得的类代码作为地址从分类电路 843 输出到系数表存储单元 844 和模式表存储单元 846。

- 10 一接收到作为地址的来自分类电路 843 的类代码, 系数表存储单元 844 在步骤 S413 读出作为地址所存储的 64 组抽头系数, 以将如此读出的抽头系数输出到乘积和电路 845。

- 15 程序然后移到步骤 S414, 其中, 预测抽头系数提取电路 841 提取用来预测以光栅扫描顺序尚未变为感兴趣像素的感兴趣像素块的感兴趣像素的像素值的量化 DCT 系数, 以形成预测抽头。这些预测抽头从预测抽头系数提取电路 841 发送到乘积和电路 845。

- 20 在步骤 S415, 乘积和电路 845 从在步骤 S413 从系数表存储单元 844 输出的 64 组抽头系数中, 获得与感兴趣像素的像素位置模式对应的一组抽头系数。然后, 使用该组抽头系数和从预测抽头系数提取电路 841 提供的预测抽头, 乘积和电路 845 执行方程(1)所示的乘积和处理, 以获得感兴趣像素的解码值。

- 25 程序然后移到步骤 S416, 其中, 预测抽头系数提取电路 841 验证对于感兴趣像素块的像素是否已全部作为感兴趣像素执行处理。如果在步骤 S416 证实, 对于感兴趣像素块的像素尚未全部作为感兴趣像素进行处理, 程序返回到步骤 S414, 其中, 预测抽头系数提取电路 841 将以光栅扫描顺序尚未变为感兴趣像素的感兴趣像素块的感兴趣像素像素值作为感兴趣像素重复类似的处理。

- 30 如果在步骤 S416 证实, 对感兴趣像素块的全部像素已作为感兴趣像素执行处理, 也就是, 如果已获得感兴趣像素块的全部像素的解码值, 乘积和电路 845 将由解码值构成的像素块(解码块)输出到解块电路 833(图 78), 以完成处理。

其中, 每次预测抽头系数提取电路 841 设置新的感兴趣像素块, 重复执

行遵循图 82 的流程图的处理。

图 84 示出为存储在图 80 的系数表存储单元 844 中的抽头系数执行学习处理的学习设备 860A 的说明性结构。

- 5 分块电路 861 输入在学习时充当老师的作为老师数据的一个或多个学习图像数据的图像。分块电路 861 如同 JPEG 编码的情况，将作为老师数据的图像分块为每个由  $8 \times 8$  像素组成的像素块。

DCT 电路 862 顺序读出由分块电路 861 形成的像素块，并且对感兴趣像素块应用 DCT 处理，以形成 DCT 系数块。这些 DCT 系数块发送到量化电路 863。

- 10 量化电路 863 根据如同在 JPEG 编码中使用的相同的量化表对来自 DCT 电路 862 的 DCT 系数块进行量化，并且顺序将结果量化 DCT 系数块(DCT 块)发送到预测抽头系数提取电路 864 和类抽头提取电路 865。

- 15 将以光栅扫描顺序尚未变为感兴趣像素的感兴趣像素块的像素作为感兴趣像素，预测抽头提取电路 864 通过从量化电路 863 的输出中提取所需量化 DCT 系数，为感兴趣像素引用从模式表存储单元 870 读出的模式信息，以形成与图 80 的预测抽头系数提取电路 841 所形成的相同的预测抽头。这些预测抽头从预测抽头系数提取电路 864 发送到正则方程求和电路 867。

- 20 类抽头提取电路 865 从量化电路 863 的输出中提取所需量化 DCT 系数，以形成与图 80 的类抽头提取电路 842 形成的相同的类抽头。该类抽头从类抽头提取电路 865 发送到分类电路 866。

使用来自类抽头提取电路 865 的类抽头，分类电路 866 执行与图 80 的分类电路 843 所执行的相同的处理，以对感兴趣像素块进行分类，并且将结果类代码发送到正则方程求和电路 867 和模式表存储单元 870。

- 25 正则方程求和电路 867 从分块电路 861 读出作为老师数据的感兴趣像素的像素值，以对来自预测抽头系数提取电路 864 的作为学生数据形成预测抽头的量化 DCT 系数和感兴趣像素执行求和。

也就是，正则方程求和电路 867，对与从分类电路 866 提供的类代码对应的类逐个地使用预测抽头(学生数据)，执行学生数据的相乘( $x_{in}x_{im}$ )与求和  $\Sigma$  的计算，作为方程(8)的矩阵 A 的各个项。

- 30 正则方程求和电路 867，对与从分类电路 866 提供的类代码对应的类逐个地使用预测抽头(学生数据)和感兴趣像素(老师数据)，执行预测抽头(学生

数据)和感兴趣像素(老师数据)的相乘( $x_{in}y_i$ )与求和 $\Sigma$ 的计算,作为方程(8)的向量 $v$ 的项。

为每个类对感兴趣像素的像素位置模式逐个地执行正则方程求和电路 867 中的前述求和。

- 5 正则方程求和电路 867 对构成向其提供的老师图像的全部像素作为感兴趣像素执行上述求和,从而为每个类的每个像素位置模式建立方程(8)所示的正则方程。

- 10 抽头系数确定电路 868 对在正则方程求和电路 867 中逐像素位置模式为每个类生成的正则方程进行求解,逐类地得到 64 组抽头系数,以将由此得到的抽头系数发送到与系数表存储单元 869 的各个类对应的地址。

根据所提供作为学习图像的图像数目,或图像内容,可能出现产生一个其中不能产生得到抽头系数所需的正则方程数目的类。对于这种类,抽头系数确定电路 68 输出例如缺省抽头系数。

- 15 系数表存储单元 869 存储从抽头系数确定电路 868 向其提供的,每个类的 64 组抽头系数。

模式表存储单元 870 存储与模式表存储单元 846 所存储的相同的模式表。存储在与来自分类电路 866 的类代码相关联的地址中的该 64 组模式信息读出并发送到预测抽头提取电路 864。

- 20 现在参照图 85 的流程图,说明图 84 的学习设备 860A 的处理(学习处理)。

- 输入作为老师数据的学习图像数据的分块电路 861,如同 JPEG 编码的情况,在步骤 S431,将作为老师数据的图像数据分块为  $8 \times 8$  像素的像素块。程序然后移到步骤 S432,其中,DCT 电路 862 顺序读出由分块电路 861 形成的像素块,并且对感兴趣的像素块应用 DCT 处理,以形成 DCT 系数块。
- 25 程序然后移到步骤 S433,其中,量化电路 863 顺序读出在 DCT 电路 862 中所获得的 DCT 系数块,并且使用与在 JPEG 编码中使用的相同的量化表,对如此读出的块进行量化,以形成每个由量化 DCT 系数构成的块(DCT 块)。

- 30 程序然后移到步骤 S434,其中,类抽头提取电路 865 将由分块电路 861 分块并且尚未变为感兴趣像素块的像素块变为感兴趣的像素块。而且,类抽头提取电路 865 从在量化电路 863 中获得的 DCT 块提取用来对感兴趣像素块进行分类的量化 DCT 系数,以形成随后发送到分类电路 866 的类抽头。

如同参照图 83 流程图所述, 分类电路 866 在步骤 S435, 使用来自类抽头提取电路 865 的类抽头对感兴趣的像素块进行分类, 以将结果类代码发送到正则方程求和电路 867 和模式表存储单元 870。程序然后移到步骤 S436。

因此, 模式表存储单元 870 读出存储在与来自分类代码 866 的类代码相关的地址中的 64 组模式信息, 以将所读出的模式信息发送到预测抽头提取电路 864。

将以光栅扫描顺序尚未变为感兴趣像素的感兴趣像素块的像素作为感兴趣像素, 预测抽头提取电路 864 通过从量化电路 863 的输出中提取所需量化 DCT 系数, 使用来自模式表存储单元 870 的 64 组模式信息中与感兴趣像素的像素位置模式对应的模式信息, 形成与图 80 的预测抽头系数提取电路 841 所形成的相同的预测抽头。使用感兴趣像素的预测抽头作为学生数据, 预测抽头系数提取电路 864 将学生数据发送到正则方程求和电路 867。程序然后移到步骤 S437。

在步骤 S437, 正则方程求和电路 867 从分块电路 861 读出作为老师数据的感兴趣像素, 并且在方程(8)的矩阵  $A$  和向量  $v$  中对形成作为学生数据的预测抽头的量化 DCT 系数和作为老师数据的感兴趣像素执行前述求和。注意, 为与来自分类电路 866 的类代码对应的每个类并且对感兴趣像素的每个像素位置模式执行该求和。

程序然后移到步骤 S438, 其中, 预测抽头系数提取电路 864 验证是否感兴趣像素块的全部像素已作为感兴趣像素完成求和。如果在步骤 S438 发现, 感兴趣像素块的全部像素尚未作为感兴趣像素完成求和, 程序然后移到步骤 S436, 其中, 预测抽头系数提取电路 864 以光栅扫描顺序使尚未变为感兴趣像素的感兴趣像素块的像素成为新的感兴趣像素。随后, 重复类似的操作序列。

如果在步骤 S438 发现, 感兴趣像素块的全部像素已作为感兴趣像素完成求和, 程序然后移到步骤 S439, 其中, 分块电路 861 验证是否从作为老师数据的图像获得的全部像素块已作为感兴趣像素块完成处理。如果在步骤 S439 证实, 从作为老师数据的图像获得的所有像素块尚未全部作为感兴趣像素块完成处理, 程序回到步骤 S434, 其中, 使由分块电路 861 形成并且尚未变为感兴趣像素块的像素块变为新的感兴趣像素块。随后, 重复类似的操作序列。

如果相反在步骤 S439 证实, 从作为老师数据的图像获得的全部像素块已作为感兴趣像素块完成处理, 也就是, 如果为每个类获得正则方程, 程序然后移到步骤 S440, 其中, 抽头系数确定电路 868 对为每个类的像素位置模式逐个生成的正则方程进行求解, 得到与每个类的 64 个像素位置模式相关联的 64 组抽头系数, 以将由此得到的抽头系数发送并存储在系数表存储单元 869 的各个类相关联的地址中。然后处理结束。

因此, 存储在系数表存储单元 869 中的各个类的抽头系数存储在图 80 的系数表存储单元 844 中。

因此, 通过学习已得到存储在系数表存储单元 844 中的抽头系数, 从而通过线性预测计算获得的原始像素值的预测值的预测误差(在此为平方差)将在统计上最小。结果是通过图 80 的系数转换电路 832A, JPEG 编码图像可以解码为无限近似于原始图像的图像。

而且, 由于同时执行对 JPEG 编码图像进行解码的处理和用于改善图像质量的处理, 因此从 JPEG 编码图像可以有效产生高图像质量的解码图像。

图 86 示出负责要存储在图 80 的模式表存储单元 846 和图 84 的模式表存储单元 870 中的模式信息的学习处理的模式学习设备 950A 的说明性结构。

分块电路 951 输入一个或多个学习图像数据的图像。如同 JPEG 编码, 分块电路 951 将学习图像形成为  $8 \times 8$  像素的像素块。其中, 提供给分块电路 951 的用于学习的图像数据可以相同或不同于提供给图 84 的抽头系数学习设备 860A 的分块电路 861 的用于学习的图像数据。

DCT 电路 952 顺序读出由分块电路 951 形成的像素块作为感兴趣的像素块, 以对像素块应用 DCT 处理, 形成 DCT 系数块。这些 DCT 系数块发送到量化电路 953。

量化电路 953 根据与在 JPEG 编码中使用的相同的量化表对来自 DCT 电路 952 的 DCT 系数块进行量化。由此产生的量化 DCT 系数块(DCT 块)顺序发送到求和电路 954 和类抽头提取电路 955。

将在分块电路 951 获得的像素块顺序作为感兴趣像素块, 并且将以光栅扫描顺序尚未变为感兴趣像素的感兴趣像素块中的像素作为感兴趣像素, 求和电路 954 执行求和处理, 以得到感兴趣像素与由量化电路 953 输出的量化 DCT 系数之间的相关值(互关值)。

也就是,在对模式信息的学习处理中,以与给定感兴趣像素所属的给定感兴趣像素块对应的 DCT 块为中心的  $3 \times 3$  DCT 块的所有量化 DCT 系数,与感兴趣像素相关联,如图 87A 所示。对从学习图像获得的所有像素块执行该操作,如图 87B 所示,以计算给定像素块的各个像素与以与该像素块对应的 DCT 块为中心的  $3 \times 3$  DCT 块的各个量化 DCT 系数之间的相关值。然后,对于像素块的每个像素,与该像素有较大相关值的量化 DCT 系数的位置模式设为模式信息,用■表示。也就是,在图 87C 中,用■表示与像素块中从左第三列且从上第一行的像素有较大相关值的量化 DCT 系数的位置模式,该位置模式为模式信息。

10 如果从左第  $(x+1)$  列且从上第  $(y+1)$  行的像素用  $A(x,y)$  (在本发明的实施例中,  $x$ 、 $y$  为 0 到 7( $=8-1$ ) 的整数) 表示,并且以与包含该像素的像素块对应的 DCT 块为中心,并且位于从左第  $(s+1)$  列且从上第  $(t+1)$  行的  $3 \times 3$  DCT 块的量化 DCT 系数用  $B(s,t)$  (在本发明的实施例中,  $s$ 、 $t$  为 0 到 23( $=8 \times 3-1$ ) 的整数) 表示。在与像素  $A(x,y)$  的预设位置关系中,像素  $A(x,y)$  与量化 DCT 系数  $B(s,t)$  的互关值  $R_{A(x,y) B(s,t)}$  用如下方程(10)进行表示:

$$R_{A(x,y) B(s,t)} = \frac{\sum (A(x,y) - A'(x,y)) (B(s,t) - B'(s,t))}{(\sqrt{(\sum (A(x,y) - A'(x,y))^2)} \sqrt{(\sum (B(s,t) - B'(s,t))^2)})} \quad \dots(10)$$

在方程(10)和下面方程(11)到(13)中,求和( $\sum$ )表示对从学习图像获得的所有像素块的求和,  $A'(x,y)$  表示在从学习图像获得的像素块的位置  $s(x,y)$  的像素值的平均值,并且  $B'(s,t)$  表示位于与从学习图像获得的像素块对应的  $3 \times 3$  DCT 块的位置  $(s,t)$  的量化 DCT 系数的平均值。

因此,如果从学习图像获得的像素块的总数用  $N$  表示,平均值  $A'(x,y)$  和平均值  $B'(s,t)$  可以用如下方程(11)表示:

$$\begin{aligned} A'(x,y) &= (\sum A(x,y))/N \\ B'(s,t) &= (\sum B(s,t))/N \end{aligned} \quad \dots(11)$$

将方程(11)代入方程(10)时,导出如下方程(12):

$$R_{A(x,y) B(s,t)} = \frac{N \sum (A(x,y) - B(s,t)) - \sum A(x,y) (\sum B(s,t))}{(\sqrt{(N \sum A(x,y)^2 - (A(x,y))^2)} \sqrt{(N \sum B(s,t)^2 - (B'(s,t))^2)})} \quad \dots(12)$$

为从方程(12)求得相关值  $R_{A(x,y) B(s,t)}$ , 需要进行下列 5 项的求和计算:

$$\begin{aligned}
 & \Sigma A(x,y) \\
 & \Sigma B(s,t) \\
 & \Sigma A(x,y)^2 \\
 5 \quad & \Sigma B(s,t)^2 \\
 & \Sigma (A(x,y) (B(s,t))) \quad \dots(13)
 \end{aligned}$$

因此, 求和电路 954 对该 5 项一起进行求和。

在此, 为简化说明, 没有考虑类。在图 86 的模式学习设备 950A 中, 求和电路 954 为从分类电路 956 提供的每个类代码进行求和计算。因此, 在  
 10 上面情况下, 求和( $\Sigma$ )表示对从学习图像获得的所有像素块的求和。然而, 如果考虑类, 方程(13)的求和( $\Sigma$ )表示对从学习图像获得且属于给定类的所有像素块的求和。

回到图 86, 当为每个类获得用于计算在像素块的各个位置的像素与在  
 15 以对应于该像素块的 DCT 块为中心的  $3 \times 3$  DCT 块的各个位置的量化 DCT 系数的相关值, 求和电路 954 将求和计算结果输出到相关系数计算电路 957。

类抽头提取电路 955 通过从量化电路 953 的输出中提取所需量化 DCT 系数, 形成与图 80 的类抽头提取电路 842 所形成的相同的类抽头。这些类抽头从类抽头提取电路 955 提供给分类电路 956。

分类电路 956 使用来自类抽头提取电路 955 的类抽头, 执行与图 80 的  
 20 分类电路 843 相同的处理, 以对感兴趣像素进行分类, 并将结果类代码发送到求和电路 954。

相关系数计算电路 957 使用求和电路 954 的输出, 根据方程(12)逐类计算用于计算像素块各个位置的像素与以对应于该像素块的 DCT 块为中心的  $3 \times 3$  DCT 块各个位置的量化 DCT 系数之间的相关值, 并且将结果相关值发  
 25 送到模式选择电路 958。

根据来自相关系数计算电路 957 的相关值, 模式选择电路 958 逐类识别在像素块的各个位置的与各个  $8 \times 8$  像素有较大相关值的 DCT 系数的位置。也就是, 模式选择电路 958 逐类识别在像素块的各个位置的与各个  $8 \times 8$  像素有比预设阈值更大的绝对相关值的 DCT 系数的位置。作为替换, 模式选  
 30 择电路 958 逐类识别在像素块的各个位置的与各个  $8 \times 8$  像素有比预设排名值更高的绝对相关值的 DCT 系数的位置。模式选择电路 958 为  $8 \times 8$  像素



中每个像素的每个像素位置模式将逐类识别的 64 组 DCT 系数的位置模式作为模式信息发送到模式表存储单元 959。

- 5 如果模式选择电路 958 设计为用于识别与像素块中各个位置的像素有比预设排名值更高的绝对相关值的 DCT 系数的位置, 由此识别的 DCT 系数的位置数目为与预设排名值对应的固定值。另一方面, 如果 DCT 系数的位置与像素块中各个位置的像素的绝对相关值不低于预设阈值, DCT 系数的位置数目为可变值。

模式表存储单元 959 存储由模式选择电路 958 输出的模式信息。

- 10 参照图 88 的流程图, 说明图 86 的模式学习设备 950A 的处理(学习处理)。

- 分块电路 951 输入用于学习的图像数据。在步骤 S451, 分块电路 861 将用于学习的图像数据形成为  $8 \times 8$  像素的像素块, 如同 JPEG 编码的情况。程序然后移到步骤 S452, 其中, DCT 电路 952 顺序读出由分块电路 951 形成的像素块, 并且对该像素块应用 DCT 处理, 以形成 DCT 系数块。程序然后移到步骤 S453, 其中, 量化电路 953 顺序读出在 DCT 电路 952 获得的 DCT 系数块, 并且根据与在 JPEG 编码中使用的相同的量化表对 DCT 系数进行量化, 以形成量化 DCT 系数块(DCT 块)。

- 20 程序然后移到步骤 S454, 其中, 求和电路 954 将尚未变为感兴趣像素块的像素块变为感兴趣的像素块。在步骤 S454, 类抽头提取电路 955 从在量化电路 863 中获得的 DCT 块提取用来对感兴趣像素块进行分类的量化 DCT 系数, 以形成提供给分类电路 956 的类抽头。采用参照图 83 的流程图所说明的方式, 分类电路 956 使用来自类抽头提取电路 955 的类抽头对感兴趣的像素块进行分类, 以将结果类代码发送到求和电路 954。程序然后移到步骤 S456。

- 25 在步骤 S456, 求和电路 954 将尚未变为感兴趣像素的感兴趣像素块中的像素作为感兴趣像素, 使用由分块电路 951 分块的学习图像和由量化电路 953 输出的量化 DCT 系数, 逐感兴趣像素位置(像素位置模式)且逐个从类电路 956 提供的类代码, 执行方程(13)的求和处理。然后, 程序移到步骤 S457。

- 30 在步骤 S457, 求和电路 954 检查是否将感兴趣像素块中的所有像素作为感兴趣像素进行求和计算。如果在步骤 S457 发现, 尚未将感兴趣像素块的所有像素作为感兴趣像素进行求和, 程序返回到步骤 S456, 其中, 求和

电路 954 以光栅扫描顺序将尚未变为感兴趣像素的感兴趣像素块中的像素变为感兴趣像素。随后, 重复类似的操作序列。

- 5 如果相反在步骤 S457 发现, 已经将从作为老师数据的图像获得的所有像素块作为感兴趣像素块进行处理, 程序移到步骤 S458, 其中, 求和电路 954 检查是否已经将从学习图像获得的感兴趣像素块的所有像素作为感兴趣像素块进行处理。如果在步骤 S458 发现, 没有将从学习图像获得的感兴趣像素块的所有像素作为感兴趣像素块进行处理, 程序返回到步骤 S454, 其中, 将由分块电路 951 形成且尚未变为感兴趣像素块的像素块变为新的感兴趣像素块。随后, 重复类似的操作序列。

- 10 如果相反在步骤 S458 发现, 已经将从学习图像获得的感兴趣像素块的所有像素作为感兴趣像素块进行处理, 程序移到步骤 S459, 其中, 相关系数计算电路 957 计算给定像素块中各个位置的像素与以与该像素块对应的 DCT 块为中心的  $3 \times 3$  DCT 块中各个位置的量化 DCT 系数之间的相关值, 以将计算结果发送到模式选择电路 958。

- 15 根据来自相关系数计算电路 957 的相关值, 模式选择电路 958 在步骤 S460, 逐类识别在像素块的各个位置的表示与  $8 \times 8$  像素有较大相关值的位置关系的 DCT 系数的位置。模式选择电路 958 在像素块的各个位置为  $8 \times 8$  像素中的各个像素逐类识别的 64 组 DCT 系数的位置模式作为模式信息发送到模式表存储单元 959, 以在其中进行存储。然后处理结束。

- 20 如上所述, 存储在模式表存储单元 959 中的 64 组基于类的模式信息存储在图 80 的模式表存储单元 846 和图 84 的模式表存储单元 870 中。

- 25 因此, 在图 80 所示的系数转换电路 832A 中, 提取与感兴趣像素有较大相关值的量化 DCT 系数作为预测抽头, 并且使用这些预测抽头, 将量化 DCT 系数解码为原始像素值。因此, 与随机提取用作预测抽头的量化 DCT 系数相比, 可以改善解码图像的图像质量。

在 JPEG 编码中, 以  $8 \times 8$  像素的像素块为单位执行 DCT 和量化, 从而形成由  $8 \times 8$  量化 DCT 系数构成的 DCT 块。因此, 可以设想, 在通过分类自适应处理对给定像素块的像素进行解码时, 只使用与该像素块相关联的 DCT 块的量化 DCT 系数作为类抽头。

- 30 然而, 如果注意力集中于给定图像的给定像素块, 通常当前像素块的像素与邻近像素块的像素之间存在特定不可忽略的关系。因此, 通过不仅从以

与给定像素块相关联的 DCT 块为中心的  $3 \times 3$  DCT 块(即, 与当前 DCT 块相关联的多个 DCT 块), 而且从其他 DCT 块提取表示与感兴趣像素有较高关联的位置关系的量化 DCT 系数, 并且将它们用作预测抽头, 解码图像比如果仅使用与像素块对应的 DCT 块的量化 DCT 系数作为类抽头, 具有更高的图像质量。

由于给定像素块的像素和相邻像素块的像素之间存在不可忽略的关系, 与仅采用与给定像素块对应的 DCT 块的量化 DCT 系数的情况相比, 将以与该像素块对应的 DCT 块为中心的  $3 \times 3$  DCT 块的所有量化 DCT 系数用作预测抽头, 改善解码图像的图像质量是可能的。

然而, 如果以与给定像素块对应的 DCT 块为中心的  $3 \times 3$  DCT 块的所有量化 DCT 系数用作预测抽头, 形成预测抽头的量化 DCT 系数的数目为  $576(8 \times 8 \times 3 \times 3)$ , 从而增加由乘积和电路 845 执行的乘积和处理的次数。

因此, 如果提取并使用表示与感兴趣像素有较大关联的位置关系的 576 个量化 DCT 系数中的量化 DCT 系数作为预测抽头, 能够减小图 80 的乘积和电路 845 中的处理量, 并且仍然改善解码图像的图像质量。

在上述情况下, 提取表示与感兴趣像素有较大关联的位置关系的量化 DCT 系数作为预测抽头。然而, 还可以从以与给定像素块对应的 DCT 块为中心的例如  $5 \times 5$  DCT 块的量化 DCT 系数中提取用作预测抽头的量化 DCT 系数。也就是, 对提取用作预测抽头的量化 DCT 系数的 DCT 块范围没有具体限制。

从对应像素块的像素获得给定 DCT 块的量化 DCT 系数, 从而, 在形成感兴趣像素的预测抽头时, 可以认为, 使用与感兴趣像素的像素块相关联的 DCT 块的所有量化 DCT 系数, 是最理想的。

因此, 模式选择电路 958 可以设计为生成模式信息, 其中与当前像素块相关联的 DCT 块的量化 DCT 系数将必要地被提取作为预测抽头。在这种情况下, 模式选择电路 958 从相邻于与当前像素块相关联的 DCT 块的 8 个 DCT 块中选择具有较高相关值的量化 DCT 系数, 从而, 这些量化 DCT 系数的位置模式和与该像素块相关联的所有 DCT 块的所有量化 DCT 系数的位置模式, 组合在一起, 成为最终模式信息。

图 89 示出图 78 所示的系数转换电路 832 的变型。在图 89 中, 用相同的参考号表示与图 80 的情况对应的部件, 并且为简洁起见, 省略对应的说

明。也就是，图 89 所示的系数转换电路 832B 除了新提供逆量化电路 871 之外，基本上等同于图 80 所示的对应设备进行构造。

在图 89 所示的系数转换电路 832B 中，逆量化电路 871 输入通过从熵解码电路 831(图 78)对编码数据进行熵解码获得的基于块的量化 DCT 系数。

5 其中，如上所述，在熵解码电路 831 中，不仅获得量化 DCT 系数，而且获得量化表。在图 89 的系数转换电路 832B 中，该量化表还从熵解码电路 831 输入到逆量化电路 871。

逆量化电路 871 根据来自熵量化电路 831 的量化表对来自熵解码电路 831 的量化 DCT 系数进行逆量化，以将结果 DCT 系数发送到预测抽头系数  
10 提取电路 841 和类抽头提取电路 842。

因此，预测抽头提取电路 841 和类抽头提取电路 842 不仅对量化 DCT 系数，而且对 DCT 系数形成预测抽头和类抽头。随后，对 DCT 系数执行类似于图 80 所示的处理。

由于图 89 的系数转换电路 832B 不仅对量化 DCT 系数，而且对 DCT  
15 系数执行处理，因此，存储在系数表存储单元 844 中的抽头系数需要不同于图 80 所示的抽头系数。

因此，图 90 示出负责存储在图 89 的系数表存储单元 844 中的抽头系数的学习处理的抽头系数学习设备 860B 的说明性结构。其中，用与图 84 中所使用的相同的参考号表示图 90 中对应的部件或组件，并且为简洁起见，省略对应的说明。也就是，图 90 所示的抽头系数学习设备 860B 除了在量化电  
20 路 863 的下游新提供逆量化电路 881 之外，基本上类似于图 84 所示的设备进行构造。

图 90 所示的抽头系数学习设备 860B 中的逆量化电路 881，采用与图 89 的逆量化电路 871 相同的方式，对由量化电路 863 输出的量化 DCT 系数进  
25 行逆量化，并且将结果 DCT 系数发送到预测抽头系数提取电路 864 和类抽头提取电路 865。

因此，在预测抽头系数提取电路 864 和类抽头提取电路 865 中，对 DCT 系数，而不是量化 DCT 系数形成预测抽头和类抽头。随后，以图 84 中相同的方式，执行处理。

30 结果是，产生减小由于 DCT 系数的量化和逆量化导致的量化误差效果的抽头系数。

因此, 图 91 示出负责存储在图 89 的模式表存储单元 870 中的模式信息的学习处理的学习设备 950B 的说明性结构。其中, 用相同的参考号描述与图 86 所示对应的部件或组件, 并且为简洁起见, 省略对应的说明。也就是, 图 91 所示的模式学习设备 950B 除了在量化电路 953 的下游新提供逆量化电路 891 之外, 基本上类似于图 86 所示的设备进行构造。

在模式学习设备 950B 中, 逆量化电路 891, 采用与图 89 的逆量化电路 871 或图 90 的逆量化电路 881 相同的方式, 对由量化电路 953 输出的量化 DCT 系数进行逆量化, 并且将结果 DCT 系数发送到求和电路 954 和类抽头提取电路 955。

因此, 求和电路 954 和类抽头提取电路 955 对 DCT 系数, 而不是量化 DCT 系数执行处理。也就是, 求和电路 954 使用由逆量化电路 891 输出的 DCT 系数, 而不是由量化电路 953 输出的量化 DCT 系数执行求和计算, 以形成类抽头。类似地, 求和电路 954 使用由逆量化电路 891 输出的 DCT 系数, 而不是由量化电路 953 输出的量化 DCT 系数执行求和计算, 以形成类抽头。然后, 执行类似于图 86 的处理, 以计算模式信息。

图 92 示出图 78 的系数转换电路 832 的另一结构。其中, 用相同的参考号表示对应于图 80 所示的部件或组件, 并且为简洁起见, 省略对应的说明。也就是, 图 91 所示的系数转换电路 832C 除了在乘积和电路 845 的下游新提供反向 DCT 电路 901 之外, 基本上类似于图 80 所示的设备进行构造。

反向 DCT 电路 901 对乘积和电路 845 的输出应用反向 DCT, 以将该输出解码为输出图像。因此, 在图 92 的系数转换电路 832C 中, 乘积和电路 845 使用形成由预测抽头系数提取电路 841 输出的预测抽头的量化 DCT 系数和存储在系数表存储单元 844 中的抽头系数, 执行乘积和处理, 以输出 DCT 系数。

因此, 在图 92 所示的系数转换电路 832C 中, 将量化 DCT 系数解码为像素值, 不是由量化 DCT 系数经过与抽头系数的乘积和处理, 而是由量化 DCT 系数转换为 DCT 系数, 然后由反向 DCT 电路 901 进行反向 DCT 处理。因此, 存储在系数表存储单元 844 中的抽头系数需要不同于图 80 的抽头系数。

因此, 图 93 示出负责存储在图 92 的系数表存储单元 844 中的抽头系数的学习处理的抽头系数学习设备 860C 的说明性结构。其中, 用与图 84 所使

用的相同的参考号表示图 93 中对应的部件或组件，并且为简洁起见，省略对应的说明。也就是，除了不是学习图像的像素值，而是通过对学习图像进行 DCT 处理获得的来自 DCT 电路 862 的 DCT 系数，作为老师数据发送到正则方程求和电路 867 之外，图 93 所示的抽头系数学习设备 860C 基本上类似于图 84 所示的设备进行构造。

因此，图 93 所示的抽头系数学习设备 860C 中的正则方程求和电路 867 对作为老师数据的由 DCT 电路 862 输出的 DCT 系数和形成由系数表存储单元 844 输出的预测抽头的量化 DCT 系数执行上述求和。抽头系数确定电路 868 对通过这种求和获得的正则方程进行求解，以得到抽头系数。结果是，在图 93 的学习设备 860C 中，可以得到将量化 DCT 系数转换为减小或降低由于量化电路 863 的量化导致的量化误差的 DCT 系数的抽头系数。

在图 92 的系数转换电路 832C 中，乘积和电路 845 使用前述抽头系数，执行乘积和处理，输出是转换为减少量化误差的 DCT 系数的来自预测抽头系数提取电路 841 的量化 DCT 系数。这些 DCT 系数由反向 DCT 电路 901 进行反向 DCT，以产生由于量化误差导致的图像质量劣化度降到较低值的解码图像。

图 94 示出负责存储在图 92 的模式表存储单元 846 和图 93 的模式表存储单元 870 中的模式信息的学习处理的模式学习设备 950C 的说明性结构。其中，用相同的参考号表示对应于图 86 所示的部件或组件，并且为简洁起见，省略对应的说明。也就是，除了不是由分块电路 951 输出的学习图像的像素，而是由 DCT 电路 952 输出的 DCT 系数，发送到求和电路 954 之外，图 94 所示的模式学习设备 950C 类似于图 86 所示的设备进行构造。

图 86 的模式学习设备 950A，通过采用量化 DCT 系数和形成预测抽头的抽头系数的乘积和处理，得到表示与给定像素有较大相关的位置关系的量化 DCT 系数，以对图像进行解码，并且使量化 DCT 系数的位置模式成为模式信息。在图 94 所示的模式学习设备 950C 中，需要通过采用形成预测抽头的量化 DCT 系数和抽头系数的乘积和处理，得到与 DCT 系数有高相关性的量化 DCT 系数，以产生减少量化误差的 DCT 系数，得到作为模式信息的量化 DCT 系数的位置模式。

因此，在图 94 的模式学习设备 950C 中，不是在分块电路 951 中获得的像素块，而是在 DCT 电路 952 中对像素块进行 DCT 处理获得的 DCT 系

数块顺序变为感兴趣像素块,并且在这样一个感兴趣像素块的 DCT 系数中,以光栅扫描顺序尚未变为感兴趣 DCT 系数的 DCT 系数顺序变为感兴趣 DCT 系数。然后,求和电路 954 对由分类电路 956 输出的感兴趣 DCT 系数的每个类代码执行求和计算,以得到感兴趣的 DCT 系数和由量化电路 953 输出的量化 DCT 系数之间的相关值(互关值)。

也就是,在图 94 所示的模式学习设备 950C 的学习处理中,以对应于包含给定感兴趣 DCT 系数的感兴趣块的量化 DCT 系数的 DCT 块为中心的  $3 \times 3$  DCT 块的所有量化 DCT 系数,与感兴趣 DCT 系数相关联,如图 95A 所示。对从学习图像获得的所有 DCT 系数块执行该操作,如图 95B 所示,以计算给定 DCT 系数块中各个位置的 DCT 系数与以对应于该块的 DCT 块为中心的  $3 \times 3$  DCT 块中各个位置的各个量化 DCT 系数之间的相关值。然后,对于 DCT 系数块的每个 DCT 系数,表示与该 DCT 系数有较大相关值的位置关系的量化 DCT 系数的位置模式设为模式信息,用 ■ 表示。也就是,在图 95C 中,表示与 DCT 系数块中从左第二列且从上第一行的 DCT 系数有较大相关的位置关系的量化 DCT 系数的位置模式用 ■ 表示,该位置模式为模式信息。

如果从左第  $(x+1)$  列且从上第  $(y+1)$  行的像素用  $A(x,y)$  表示,并且以与包含该像素的像素块对应的 DCT 块为中心,并且每个位于从左第  $(s+1)$  列且从上第  $(t+1)$  行的  $3 \times 3$  DCT 的量化 DCT 系数用  $B(s,t)$  表示。在与 DCT 系数  $A(x,y)$  的预设位置关系中,DCT 系数  $A(x,y)$  与量化 DCT 系数  $B(s,t)$  的互关值  $R_{A(x,y)B(s,t)}$  可以根据方程(10)到(13)求得。

回到图 94,相关系数计算电路 957 使用由求和电路 954 执行的求和计算结果,得到 DCT 系数和量化 DCT 系数之间的相关值。模式选择电路 958 得到表示增大相关值的位置关系的量化 DCT 系数的位置模式,以用作模式信息。

图 96 示出图 78 所示的系数转换电路 832 的另一结构。其中,用相同的参考号表示对应于图 80、89 或 92 所示的部件或组件,并且为简洁起见,省略对应的说明。也就是,图 96 所示的系数转换电路 832D 除了如同图 89 新提供逆量化电路 871,并且还如同图 92 新提供反向 DCT 系数 901 之外,基本上类似于图 80 所示的对应设备进行构造。

因此,在图 96 所示的系数转换电路 832D 的预测抽头系数提取电路 841

和类抽头提取电路 842 中, 对 DCT 系数, 而不是量化 DCT 系数形成预测和类抽头。而且, 在图 96 所示的系数转换电路 832D 中, 乘积和电路 845 使用形成由预测抽头系数提取电路 841 输出的预测抽头的 DCT 系数和存储在系数表存储单元 844 中的抽头系数执行乘积和处理, 以产生减少量化误差的 DCT 系数。这些 DCT 系数输出到反向 DCT 电路 701。

因此, 图 97 示出负责存储在图 96 的系数表存储单元 844 中的抽头系数的抽头系数学习处理的学习设备 860D 的说明性结构。其中, 用与图 84、90 和 93 所使用的相同的参考号表示图 97 中对应的部件或组件, 并且为简洁起见, 省略对应的说明。也就是, 除了如同图 90 新提供逆量化电路 881, 并且不是学习图像的像素值, 而是通过对学习图像进行 DCT 处理获得的, 来自 DCT 电路 862 的 DCT 系数, 作为老师数据提供给正则方程求和电路 867 之外, 图 97 所示的抽头系数学习设备 860D 类似于图 84 所示的电路进行构造。

因此, 图 97 所示的抽头系数学习设备 860D 中的正则方程求和电路 867 对作为老师数据的由 DCT 电路 862 输出的 DCT 系数, 和作为学生数据的形成由系数表存储单元 844 输出的预测抽头的量化 DCT 系数(经过量化和逆量化的数据), 执行上述求和。抽头系数确定电路 868 对通过上述求和获得的正则方程进行求解, 以得到抽头系数。结果是, 在图 97 的抽头系数学习设备 860D 中, 可以得到将经过量化和逆量化的 DCT 系数转换为减小或降低由于量化和逆量化导致的量化误差的 DCT 系数的抽头系数。

图 98 示出负责存储在图 96 的模式表存储单元 846 和图 97 的模式表存储单元 870 中的模式信息的学习处理的模式学习设备 950D 的说明性结构。其中, 用相同的参考号表示对应于图 86、91 和 94 所示的部件或组件, 并且为简洁起见, 省略对应的说明。也就是, 除了如同图 94, 不是由分块电路 951 输出的学习图像的像素, 而是由 DCT 电路 952 输出的 DCT 系数, 发送到求和电路 954 之外, 图 98 所示的模式学习设备 950D 类似于图 86 所示的设备进行构造。

因此, 在图 98 的模式学习设备 950D 的求和电路 954 中, 不是在分块电路 951 中获得的像素块, 而是在 DCT 电路 952 中对像素块进行 DCT 处理获得的 DCT 系数块顺序变为感兴趣块, 并且以光栅扫描顺序尚未变为感兴趣 DCT 系数的感兴趣像素的 DCT 系数变为感兴趣 DCT 系数。然后, 求和



电路 954 对由分类电路 956 输出的感兴趣 DCT 系数的类代码逐个地执行求和处理, 以得到感兴趣的 DCT 系数和从逆量化电路 891 输出的经过量化和逆量化的 DCT 系数之间的相关值(互关值)。使用求和电路 954 执行的求和计算的结果, 相关系数计算电路 957 求出 DCT 系数和量化及逆量化 DCT 系数之间的相关值。模式选择电路 958 得到表示增大相关值的位置关系的经过量化和逆量化的 DCT 系数的位置模式。

图 99 示出图 78 的系数转换电路 832 的另一说明性结构。其中, 用相同的参考号表示与图 80 所示对应的图 99 的部件或组件, 并且为简洁起见, 有时省略对应的说明。也就是, 图 99 所示的系数转换电路 832E 除了缺少类抽头提取电路 842 或分类电路 843 之外, 基本上类似于图 80 所示的电路进行构造。

因此, 图 99 所示的系数转换电路 832E 缺少类的概念, 也可以说, 相当于类的数目为 1。因此, 只有一个类的抽头系数存储在系数表存储单元 844 中, 从而使用该一个类的抽头系数执行处理。

也就是, 在图 99 的系数转换电路 832E 中, 存储在系数表存储单元 844 中的抽头系数不同于图 80 所示的抽头系数。

图 100 示出用于执行学习要存储在图 99 的系数表存储单元 844 中的抽头系数的处理的学习设备 860E 的说明性结构。其中, 用相同的参考号表示与图 84 所示对应的图 100 的部件或组件, 并且为简洁起见, 有时省略对应的说明。也就是, 图 100 所示的学习设备 860E 除了缺少类抽头提取电路 865 或分类电路 866 之外, 基本上类似于图 84 所示的电路进行构造。

因此, 在图 100 的抽头系数学习设备 860E 中, 不依赖于类, 在正则方程求和电路 867 中逐像素位置模式, 执行上述求和。抽头系数确定电路 868 对逐像素位置模式生成的正则方程进行求解, 以得到抽头系数。

因此, 图 99 所示的系数转换电路 832E 只有一个类, 从而只有一个类的模式信息存储在图 99 的模式表存储单元 846 或图 100 的模式表存储单元 870 中。

图 101 示出用于执行学习要存储在图 99 的模式表存储单元 846 和图 100 的模式表存储单元 870 中的模式信息的处理的学习设备 960E 的说明性结构。其中, 用相同的参考号表示与图 86 所示对应的图 101 的部件或组件, 并且为简洁起见, 有时省略对应的说明。也就是, 图 101 所示的模式学习设

备 960E 除了缺少类抽头提取电路 955 或分类电路 956 之外,基本上类似于图 86 所示的电路进行构造。

因此,在图 101 的模式学习设备 960E 中,不依赖于类,在求和电路 954 中逐像素位置模式,执行上述求和。相关系数计算电路 957 还逐像素位置模式得到模式信息,以根据在相关系数计算电路 957 中获得的相关值得到模式信息。

在图 80 的系数转换电路 832A 中,基于类的模式信息存储在模式表存储单元 846,并且使用与由分类电路 843 输出的类代码对应的类的模式信息形成预测抽头。作为替换,在图 101 的学习设备 960E 中获得的一个类的模式信息可以存储在模式表存储单元 846,以使用该模式信息,不依赖于类形成预测抽头。

可以用硬件或软件执行上述操作序列。在后一情况下,形成软件的程序安装在例如通用计算机上。

图 102 示出其中安装有用来执行上述操作序列的计算机的说明性结构。该程序可以预记录在作为计算机 1000 内置的记录介质的硬盘 1205 或 ROM 1203 上。

作为替换,程序可以临时或永久地存储(记录)在可移动记录介质 1211 中,如软盘,CD-ROM(Compact Disc Read Only Memory,光盘只读存储器),MO(Magneto-Optical,光磁)盘,DVD(Digital Versatile Disc,数字多用途盘),磁盘或半导体存储器。该可移动记录介质 1211 可以作为所谓的包软件进行提供。

其中,该程序不仅可以从可移动记录介质安装到计算机,还可以通过用于数字卫星广播的人造卫星以无线方式从下载站点传输到计算机,或通过网络如 LAN(Local Area Network,局域网)或因特网以缆线方式传输到计算机,然后计算机在通信单元 1208 接收由此传输的程序,以将该程序安装在内置硬盘 1205 中。

计算机 1000 具有内置的 CPU(Central Processing Unit,中央处理器)1201,输入输出接口通过总线 1201 与其进行连接。如果用户操作输入单元 1207,如键盘,鼠标或麦克风,通过输入输出接口 1210 将一个命令输入到 CPU 1202,运行存储在 ROM(Read Only Memory,只读存储器)1203 中的程序。作为替换,CPU 1202 载入存储在硬盘 1205 中的程序,由通信单元 1208

接收且安装在硬盘 1205 上的从卫星或网络传输的程序, 或从载入在驱动器 1209 中的可移动盘 1211 读出, 并且安装在硬盘 1205、RAM(Random Access Memory, 随机存储器)1204 上的程序, 以执行所载入的程序。处理结果由 CPU 1202 通过输入输出接口 1210 利用设计为 LCD(liquid crystal display, 液晶显示器)或扩音器的输出单元 1206 进行输出, 从通信单元 1208 进行传输, 或记录在硬盘 1205 上。

在本说明书中, 说明为计算机执行各种处理操作所设计的程序的处理步骤不一定按流程图中说明的时间顺序进行处理, 但是, 处理还可以包括以并行或分批方式执行的处理, 如并行处理或对象处理。

10 该程序可以由一台或多台计算机以分布的方式进行处理。该程序还可以传输到远程计算机, 由其进行执行。

上述各个实施例是面向图像数据的。然而, 本发明可以应用于例如语音数据。

15 上述各个实施例是面向对静止图像进行压缩编码的 JPEG 编码图像的。然而, 本发明可以应用于根据对运动图像进行压缩编码的 MPEG 进行编码的图像。

20 上述实施例面向于对 DCT 处理的 JPEG 编码数据进行解码。然而, 本发明可以应用于对通过正交变换或频率变换逐块(逐预设单元)变换的数据进行解码或转换。也就是, 本发明可以应用于对于子带编码或经过傅立叶变换的数据进行解码或者将该数据变换为降低例如量化误差的数据。

在上述实施例中, 用来解码的抽头系数预存储在解码器 22 中。然而, 该抽头系数可以包含在编码数据中, 并且在该状态下提供给解码器。模式信息也可以这样。

25 虽然通过采用抽头系数的线性预测算法进行解码和变换, 但是还可以根据通过更高次预测计算, 如 2 次预测算法进行解码或变换。

虽然预测抽头包括对应于感兴趣像素块的 DCT 块和多个相邻像素块的量化 DCT 系数, 但是也可以用类似方式形成群抽头。

30 根据本发明, 如上所述, 至少从与不是感兴趣数据块的数据块对应的所转换块, 提取对感兴趣数据块的数据进行解码的预测计算中所使用的所转换数据, 以用作预测抽头。使用抽头系数和预测抽头, 执行预设预测计算, 以有效地将所转换数据解码为原始数据。

根据本发明，作为老师的老师数据至少经过正交或频率变换，以形成作为学生的学生数据。从与不是感兴趣老师块的老师块对应的学生块，提取对老师块中感兴趣老师块的老师数据进行解码的预测计算中所使用的学生数据，以用作预测抽头。执行学习，从而在统计上最小化通过采用抽头和预测系数的预测计算获得的老师数据的预测值的预测误差。使用由此得到的抽头系数，可以对经过正交或频率变换的数据进行有效的解码。

而且，根据本发明，使用用于学习提取模式的第一和第二数据，逐位置关系地得到预设位置关系中的第一数据与在预设位置的第二数据之间的相关，以将第一数据的提取模式设置为作用于对第二数据的预测计算的预测抽头。可以使用根据提取模式所提取的第一数据执行预测计算，以将例如第一数据有效地转换为第二数据。

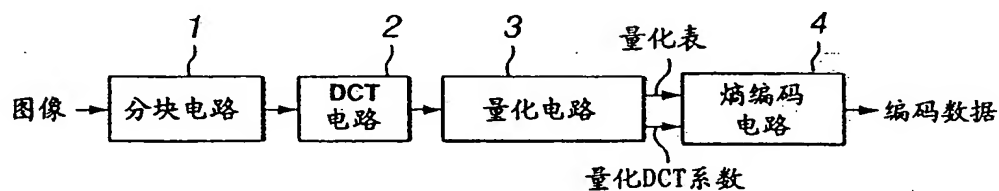


图 1A

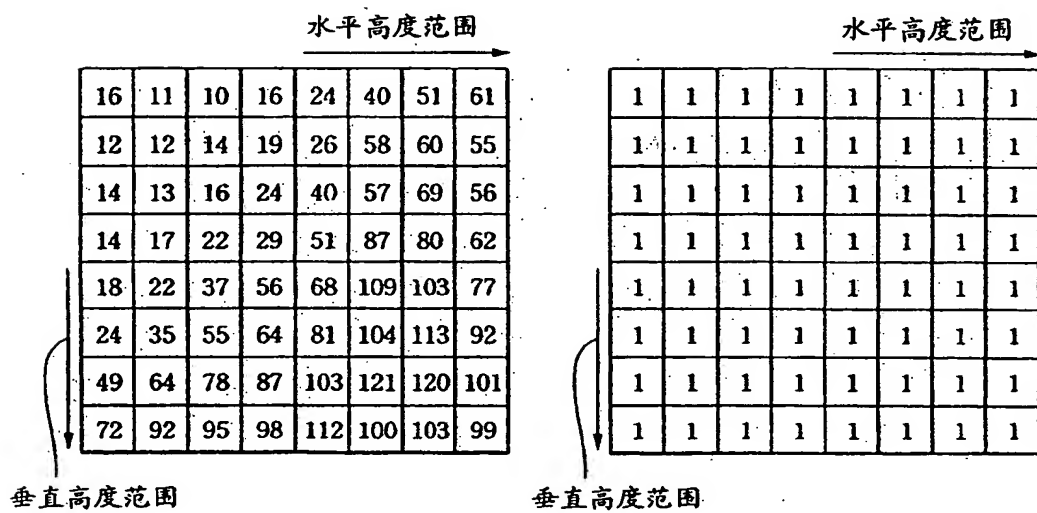


图 1B

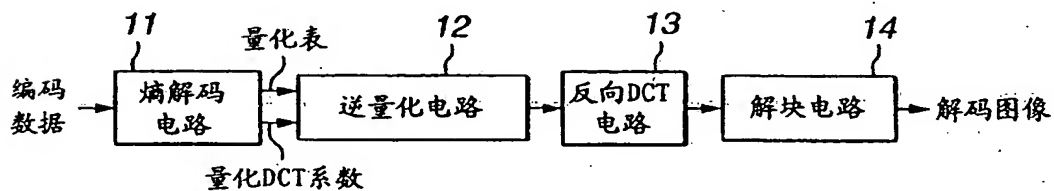


图 1C

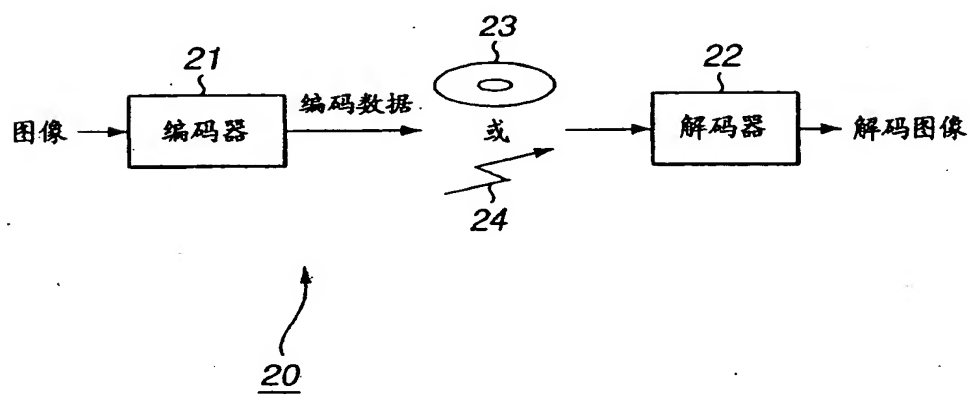


图 2

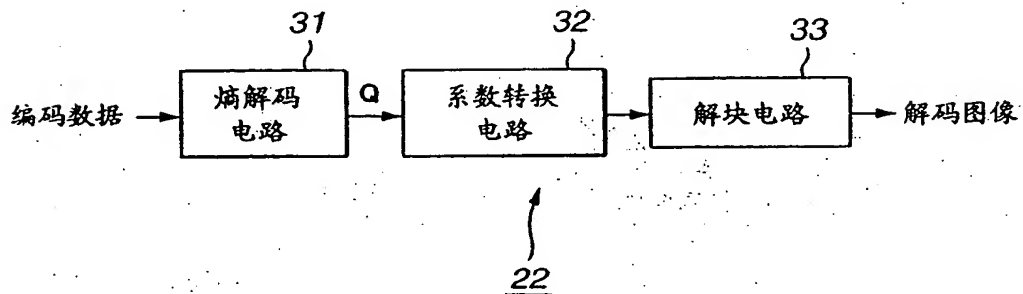


图 3

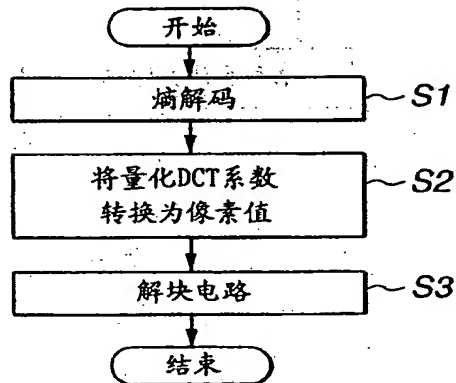


图 4

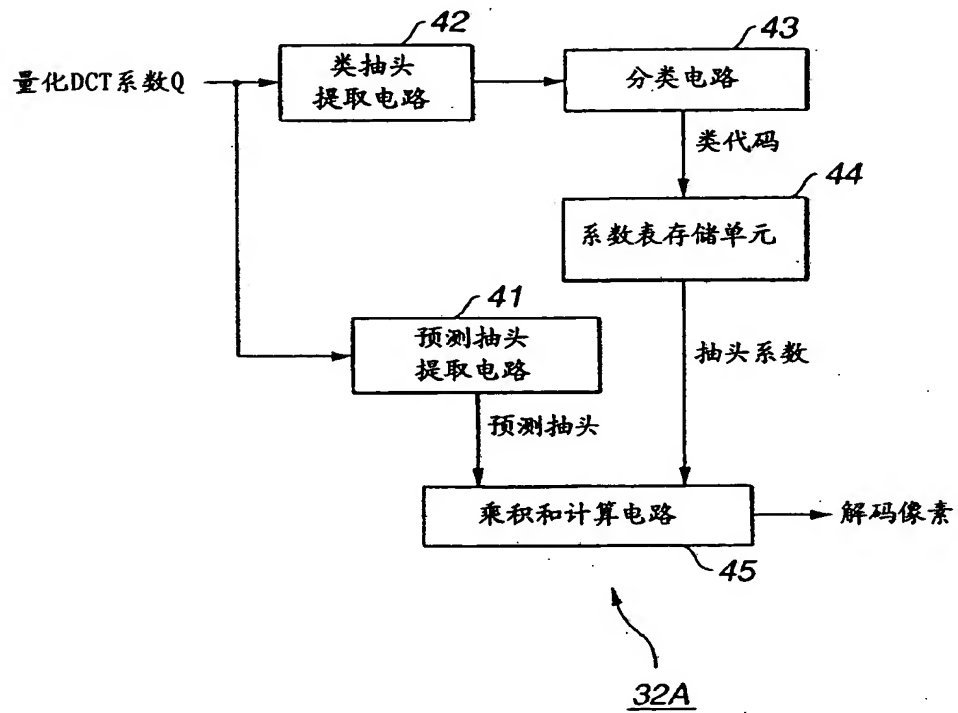


图 5



水平高度范围 →

0	1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30	31
32	33	34	35	36	37	38	39
40	41	42	43	44	45	46	47
48	49	50	51	52	53	54	55
56	57	58	59	60	61	62	63

↓ 垂直高度范围

图 6

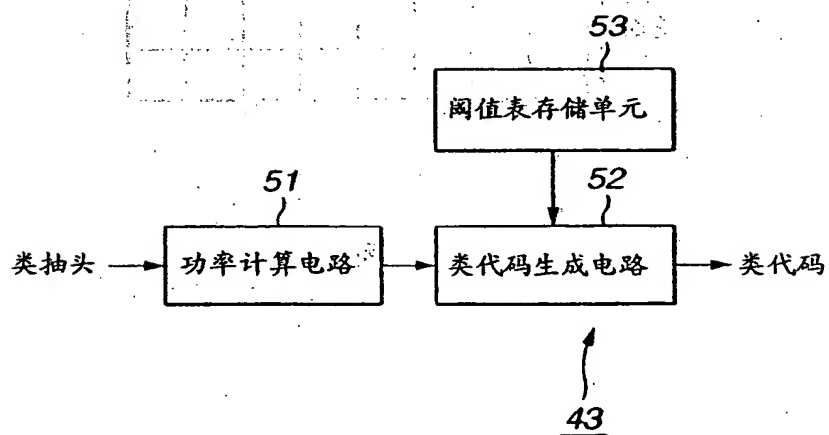


图 7

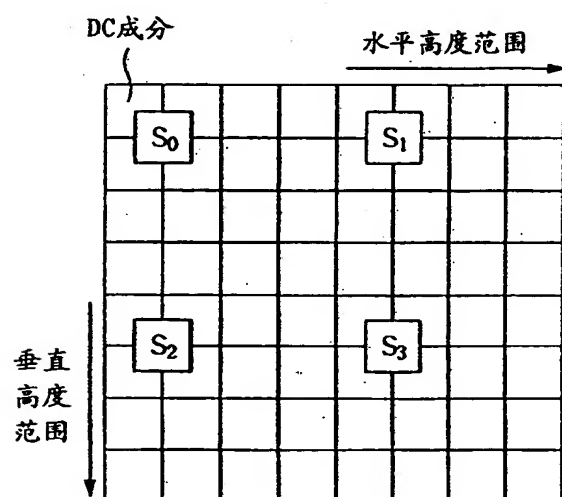


图 8

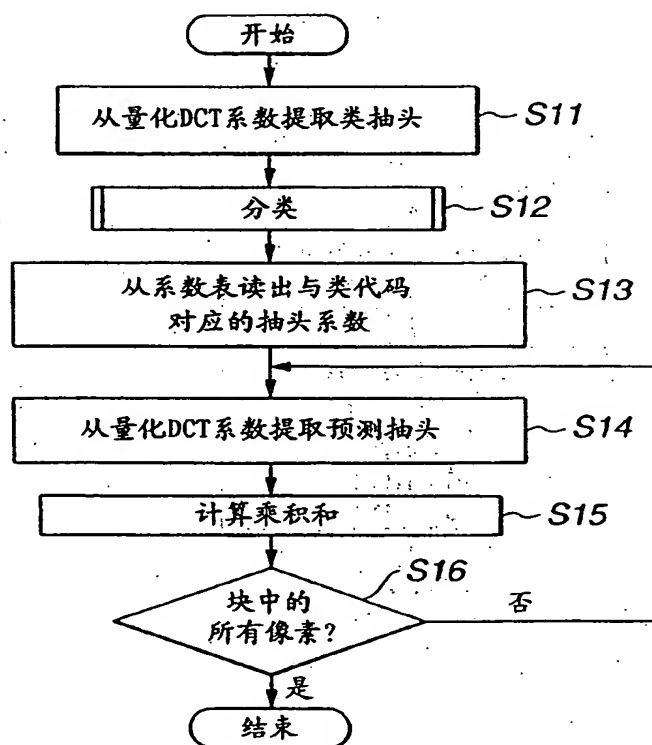


图 9

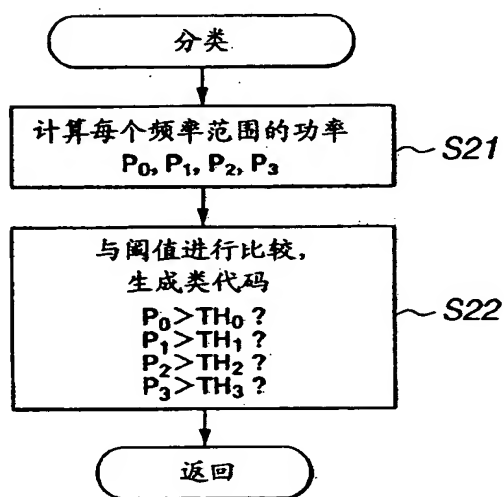


图 10

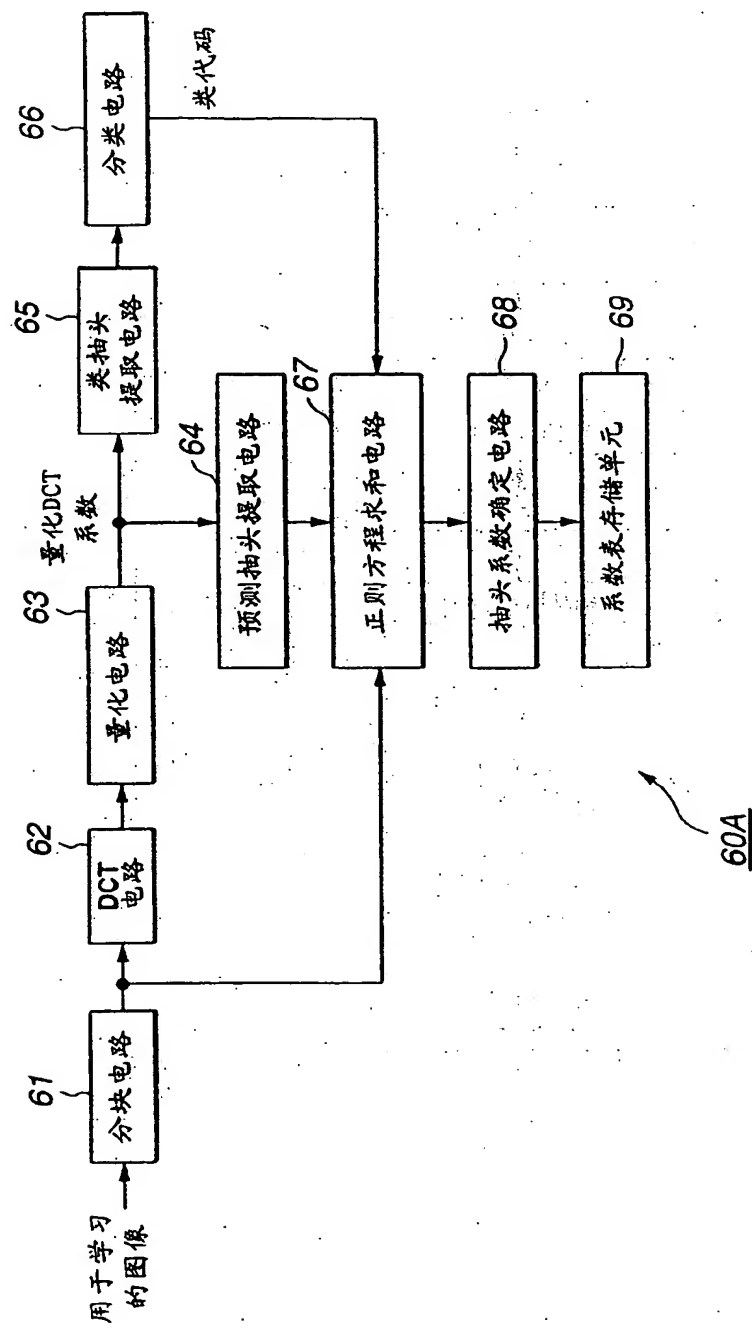


图 11

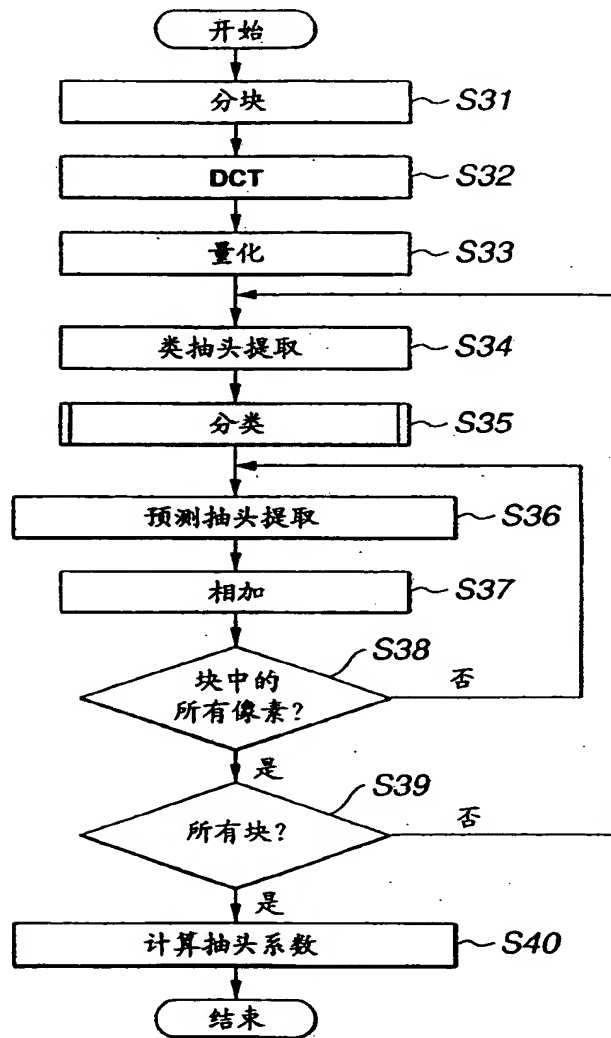


图 12

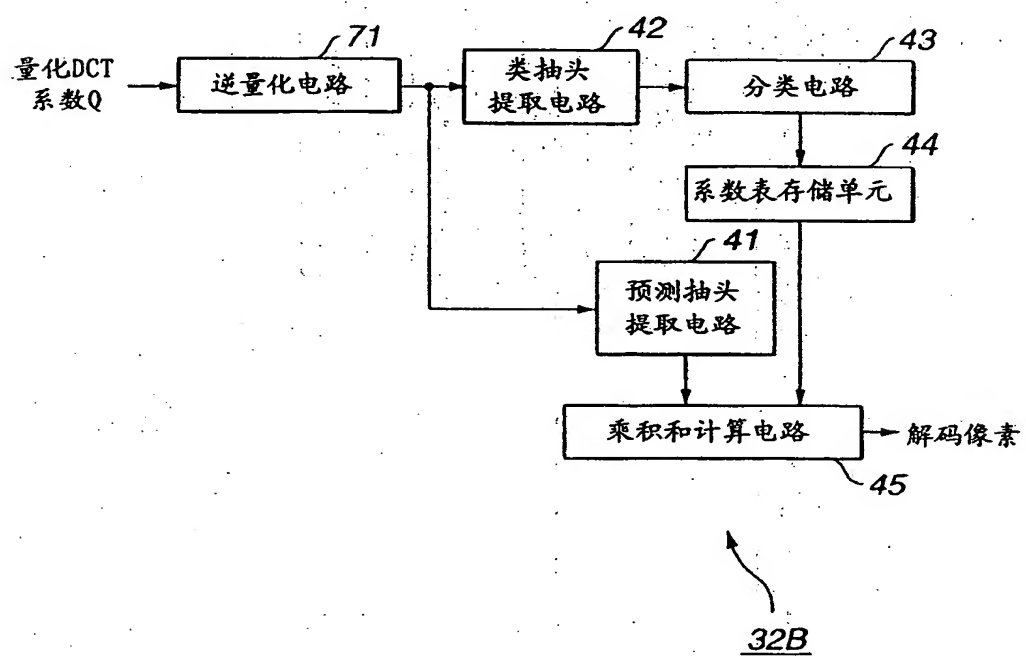


图 13

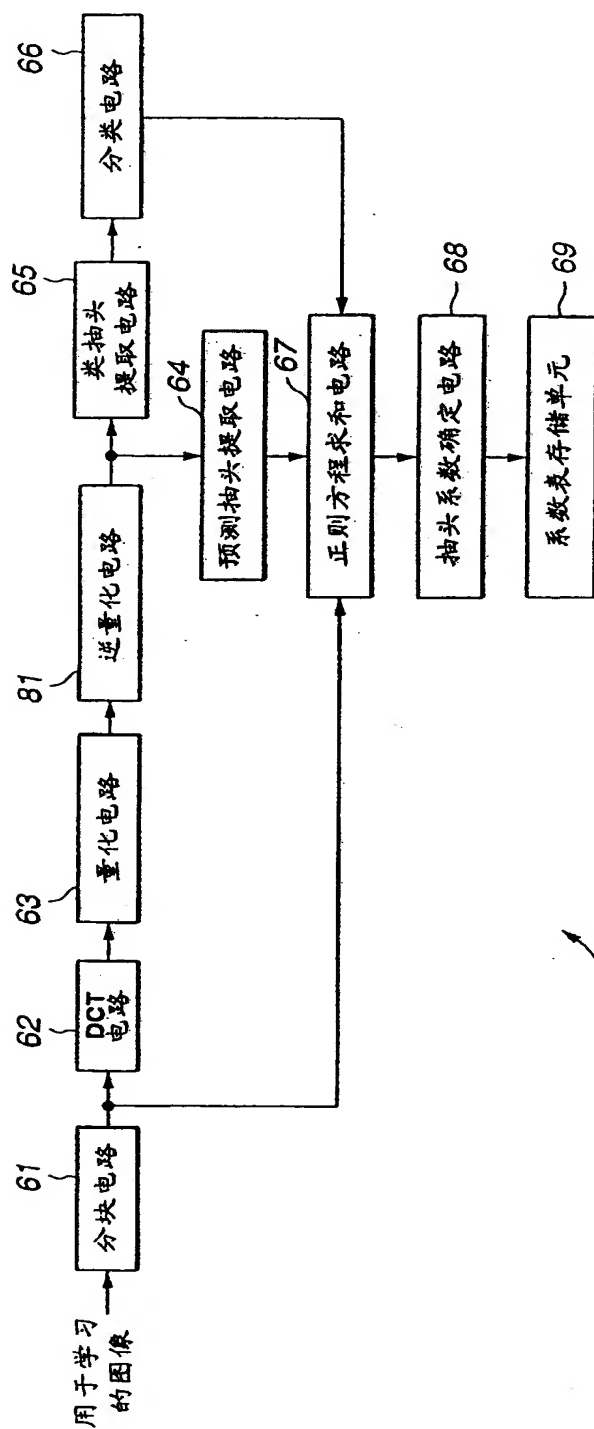


图 14



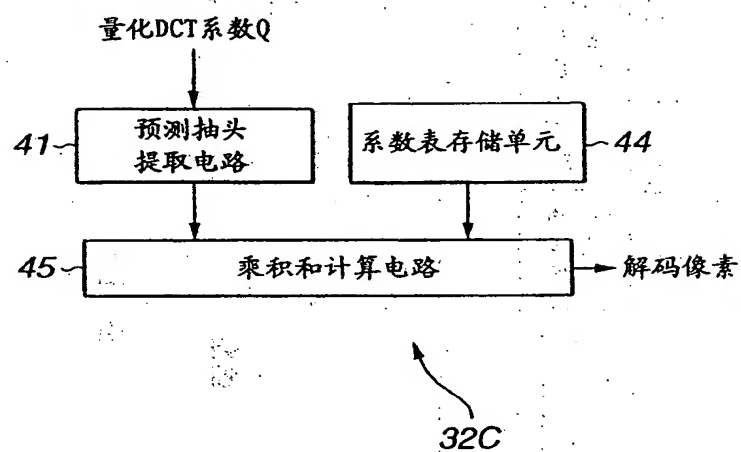
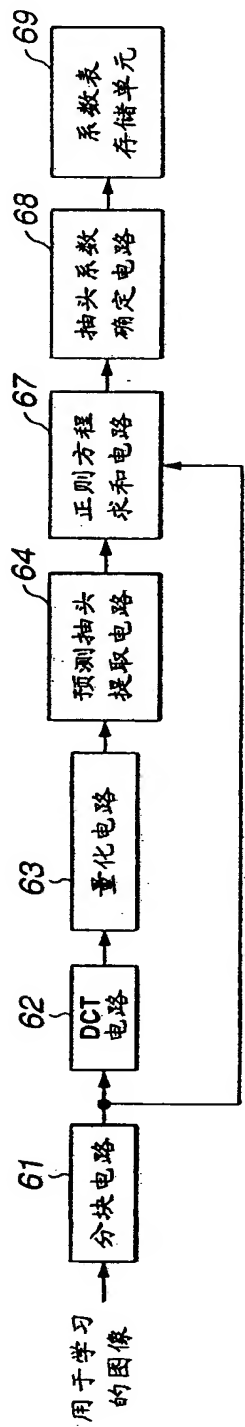


图 15



60C

图 16

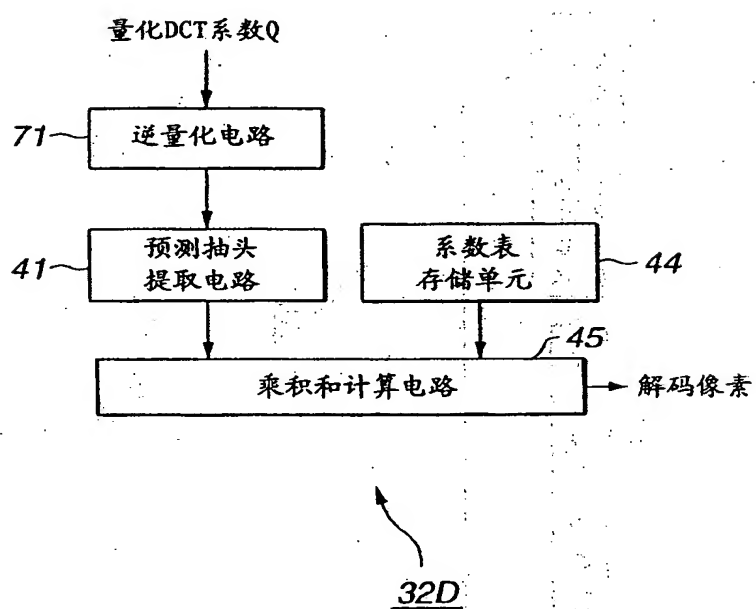


图 17

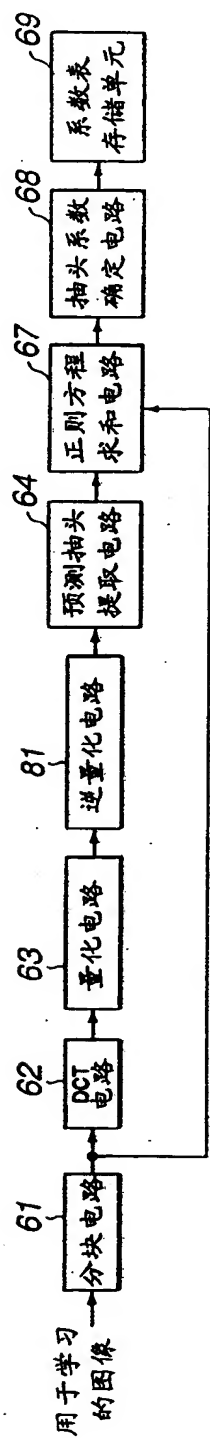


图 18

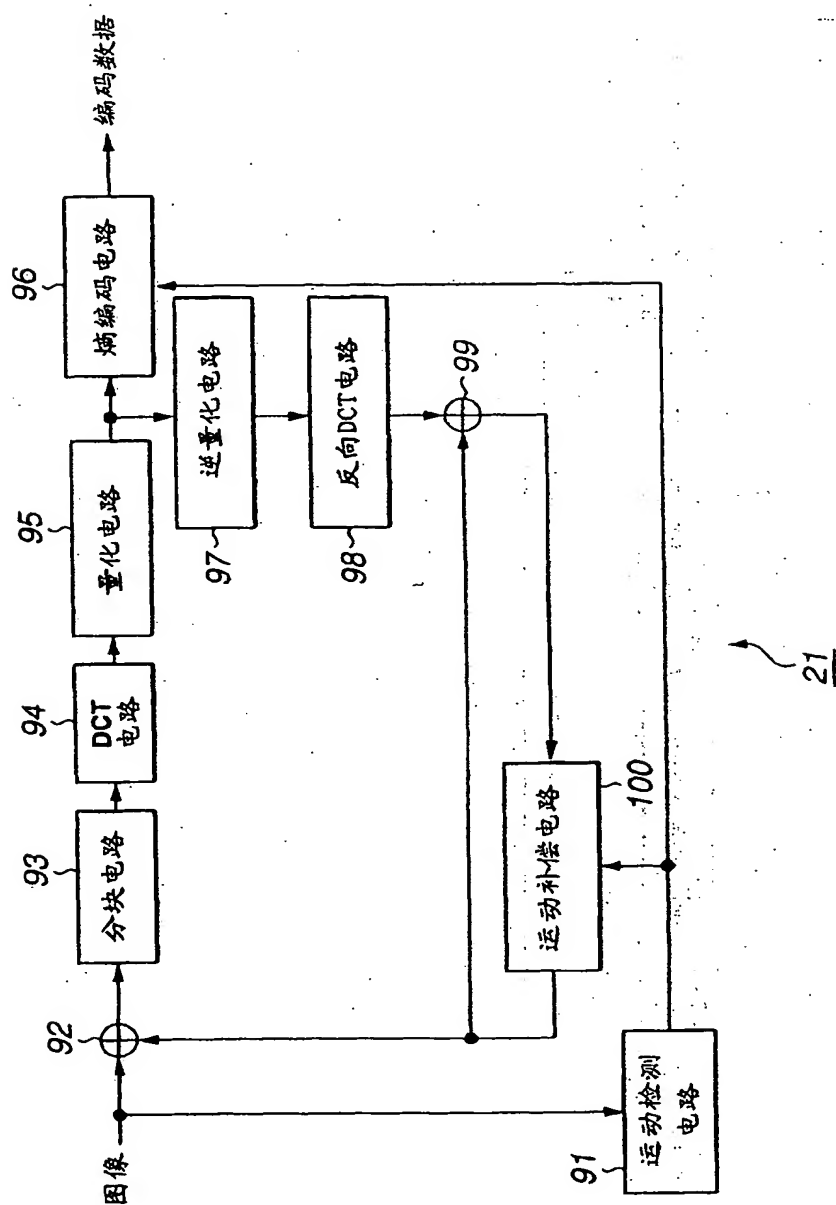


图 19

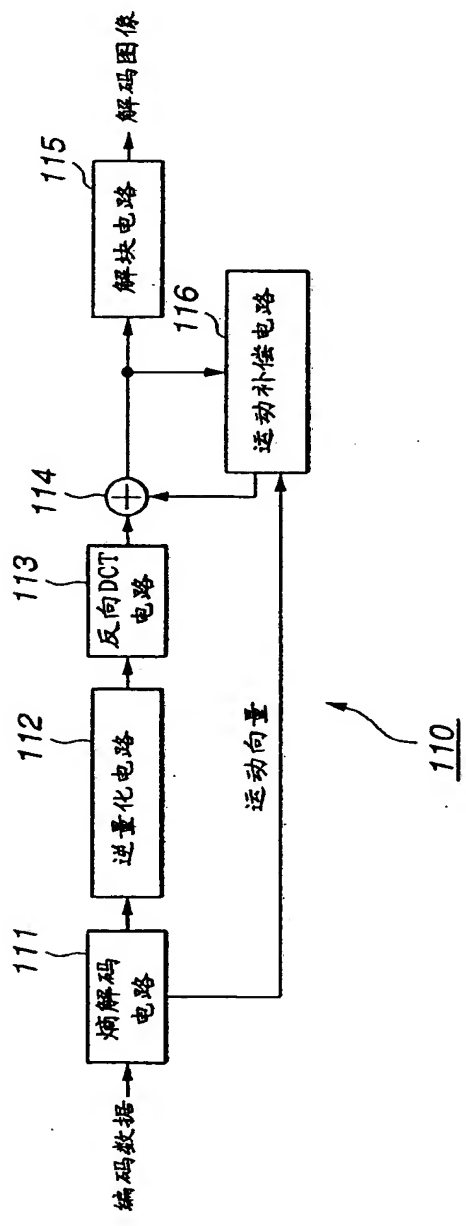


图 20

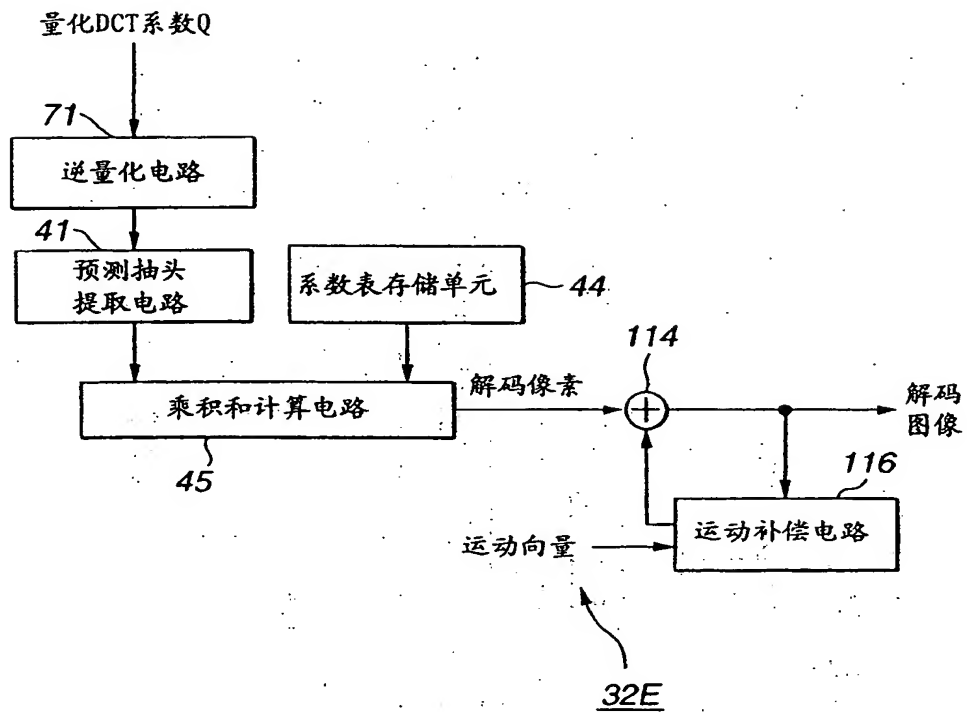


图 21

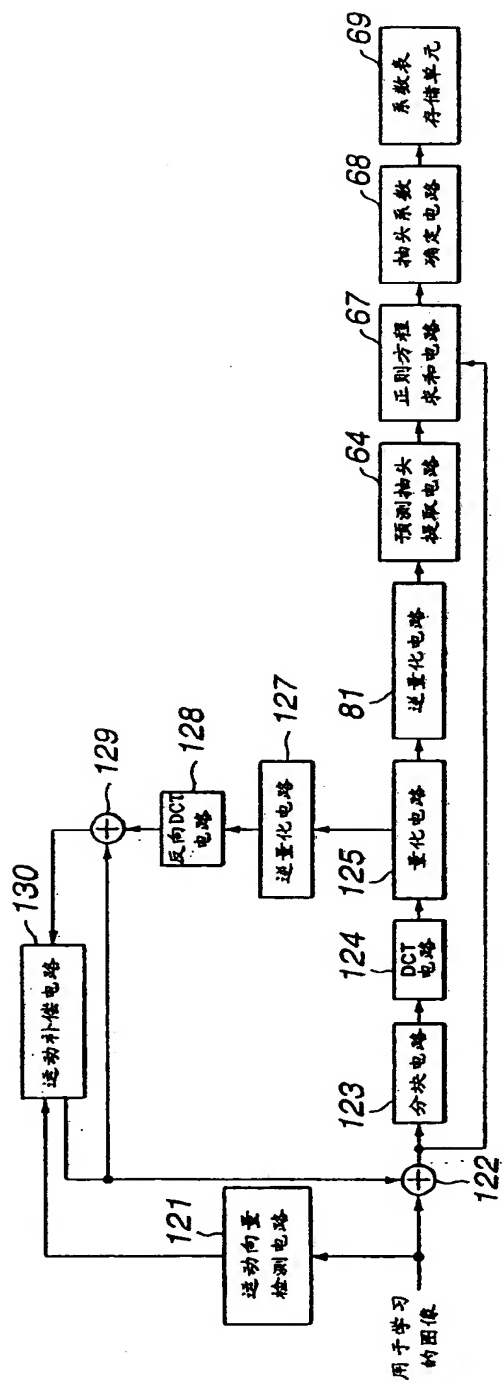


图 22

60E



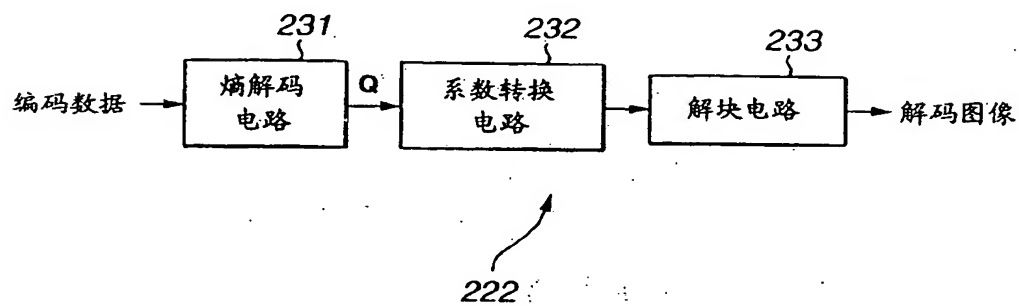


图 23

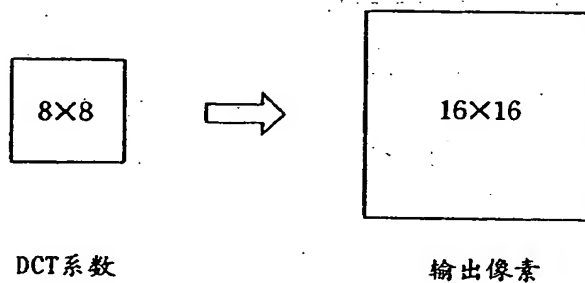


图 24

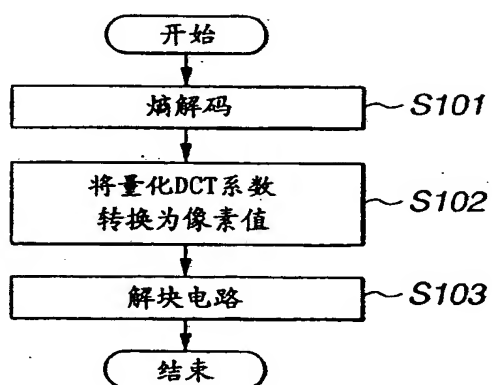


图 25

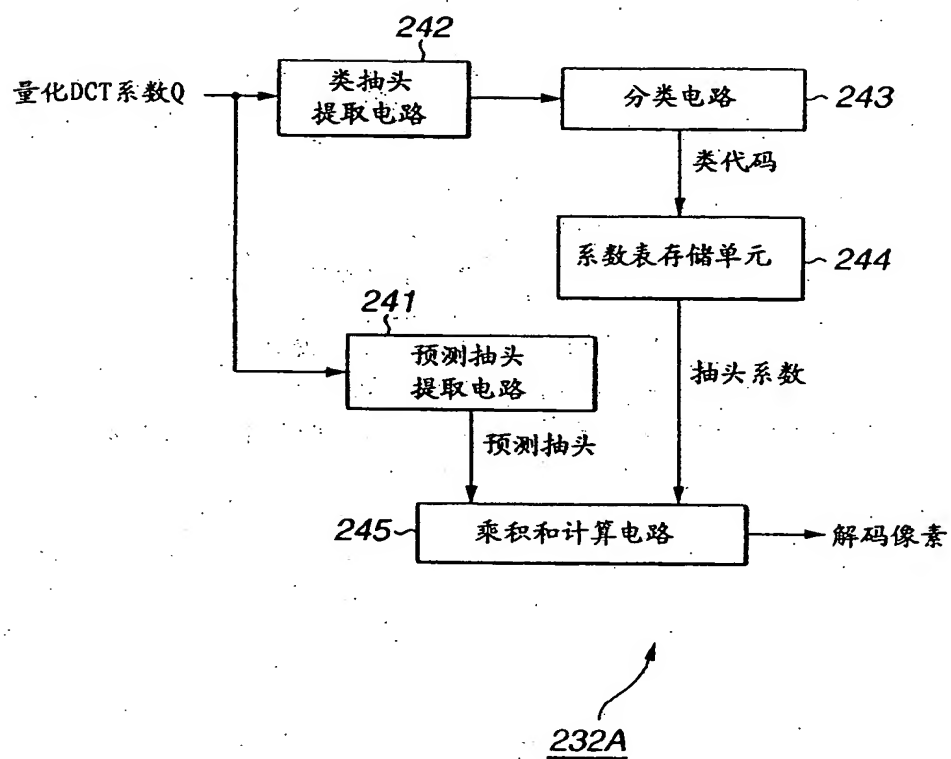


图 26

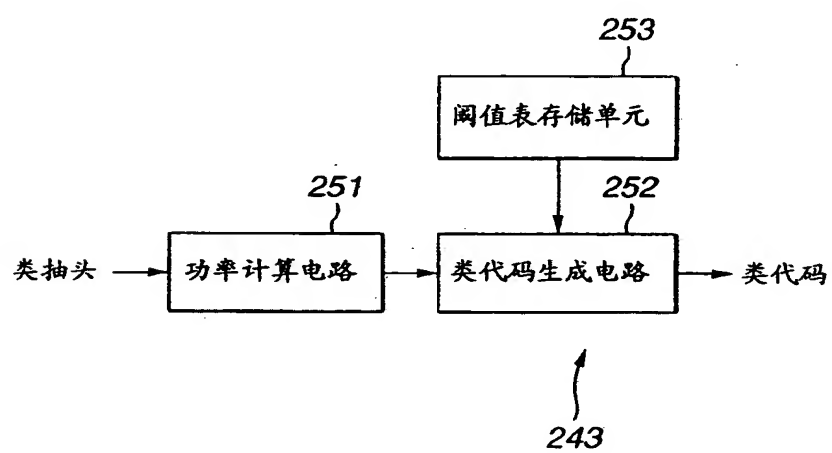


图 27

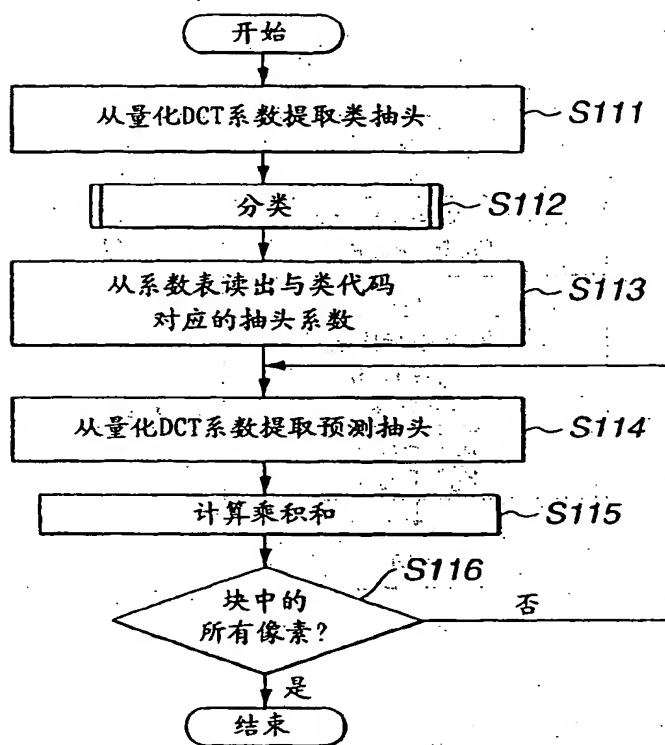


图 28

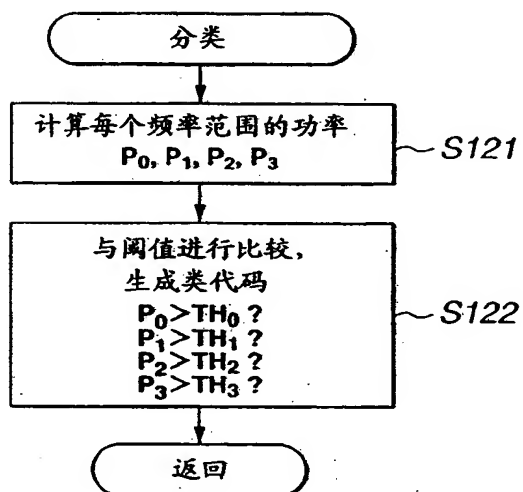


图 29

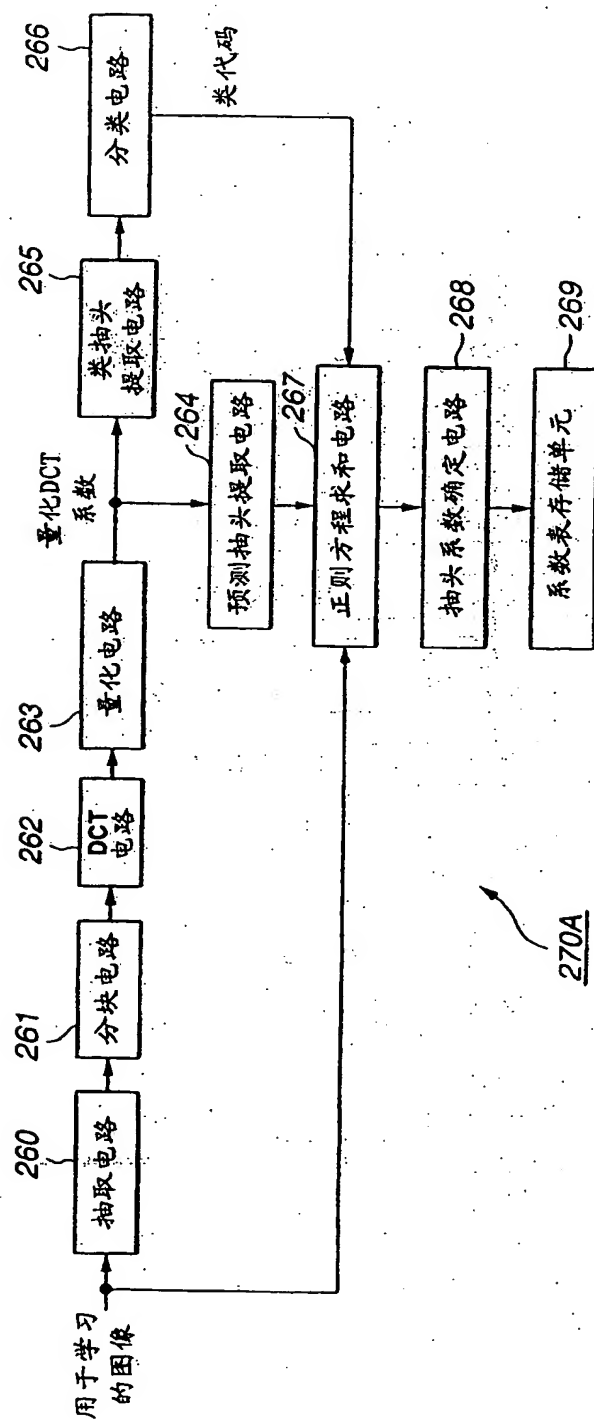


图 30

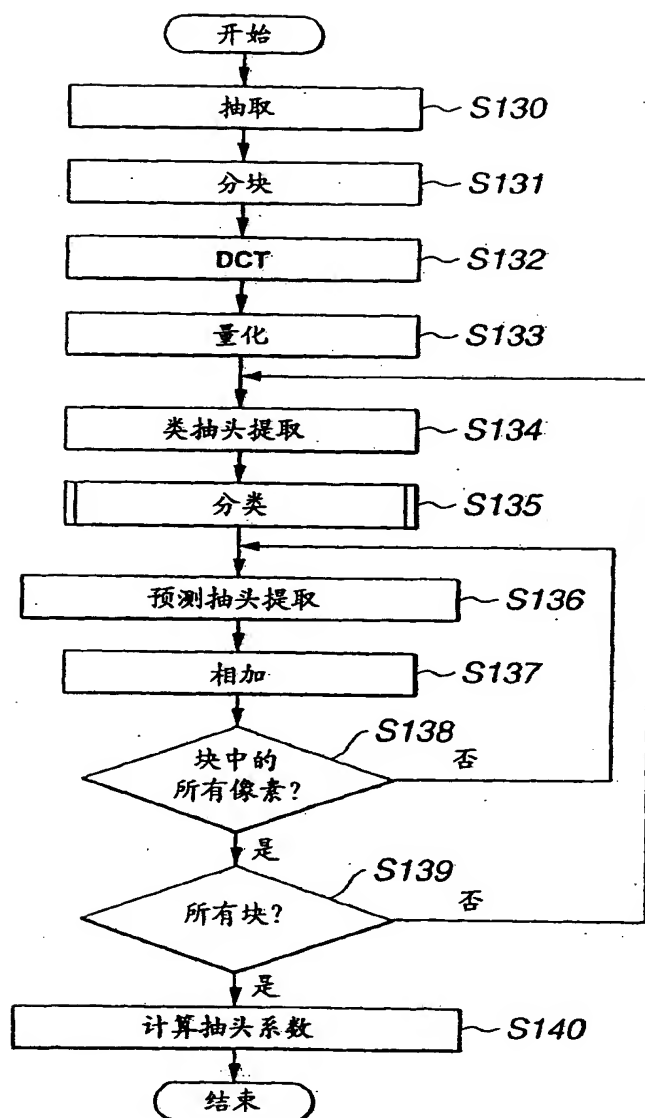


图 31



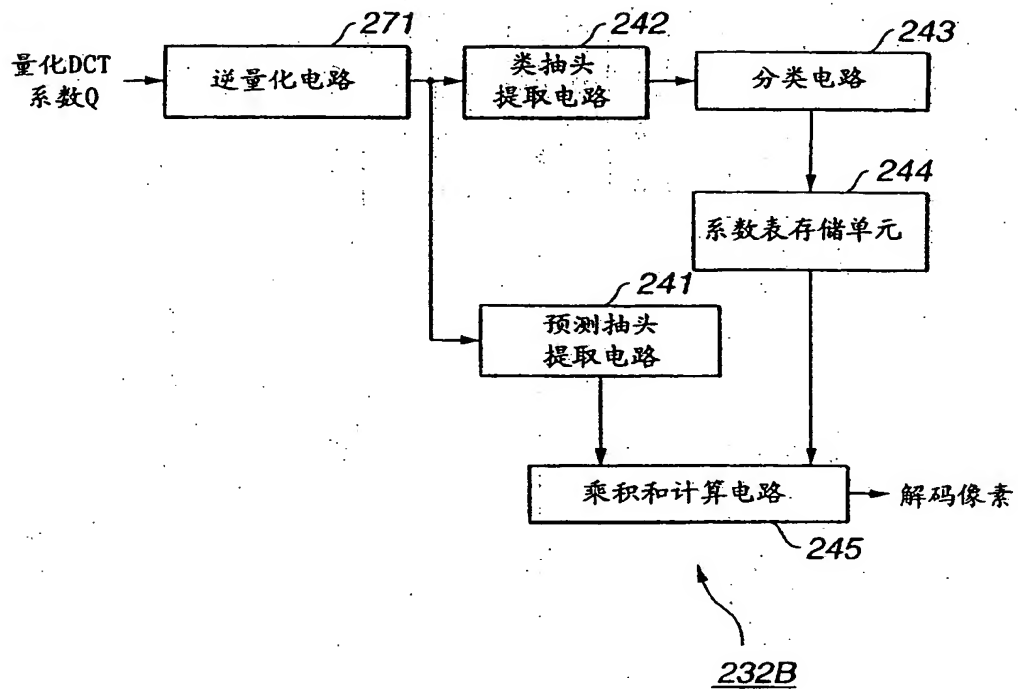


图 32

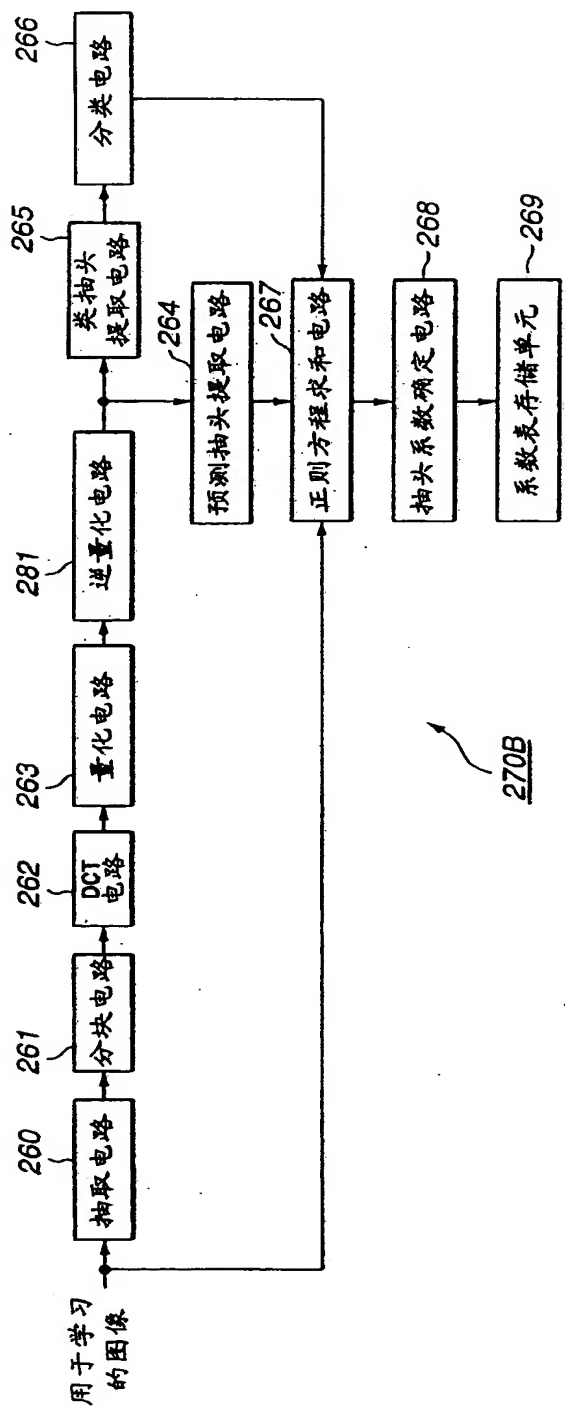


图 33

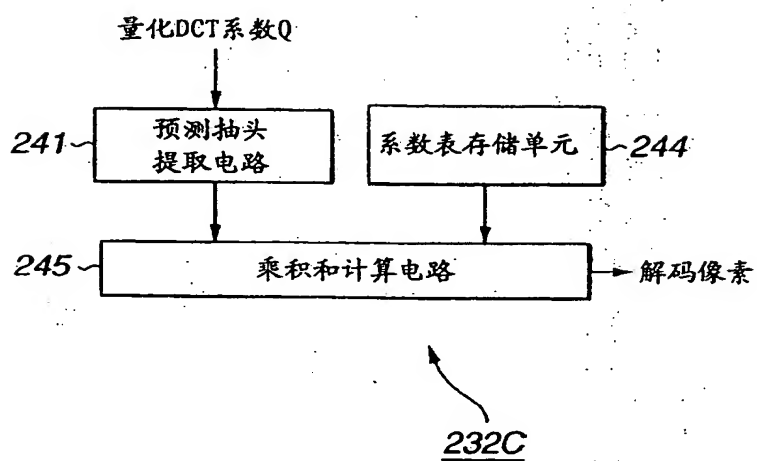


图 34

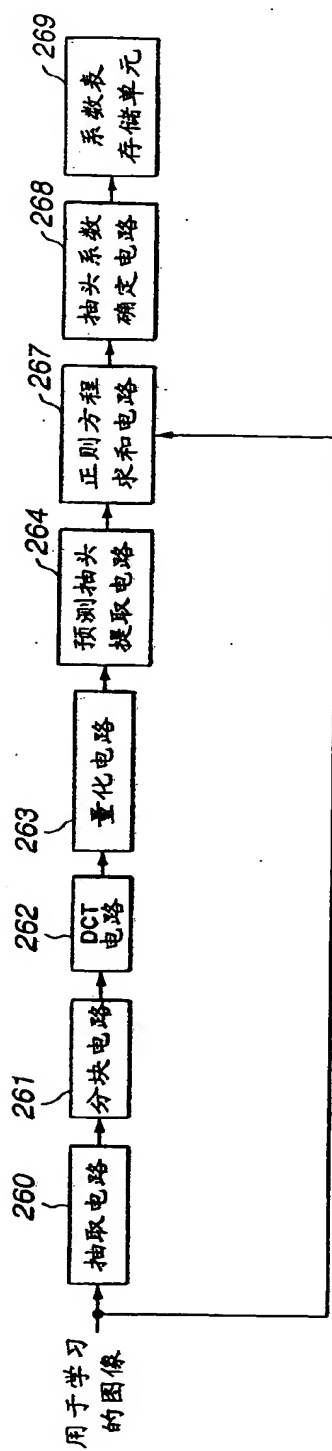
270C

图 35

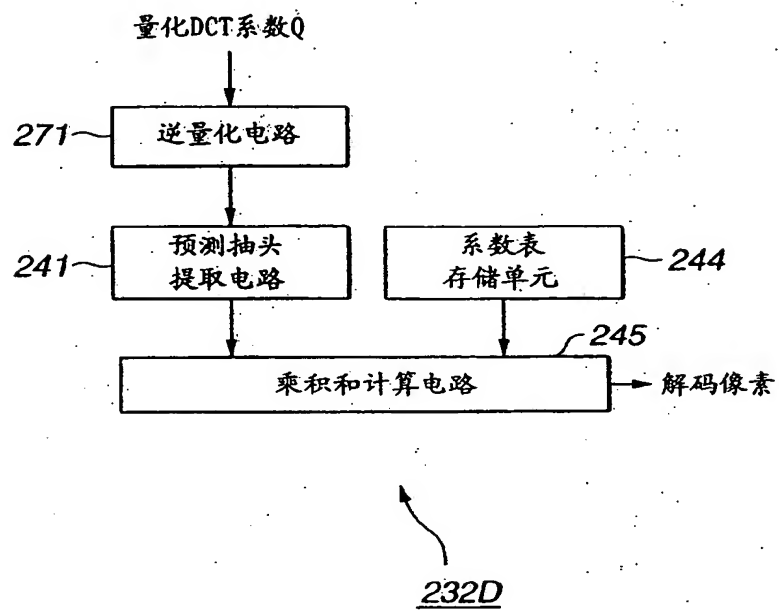


图 36

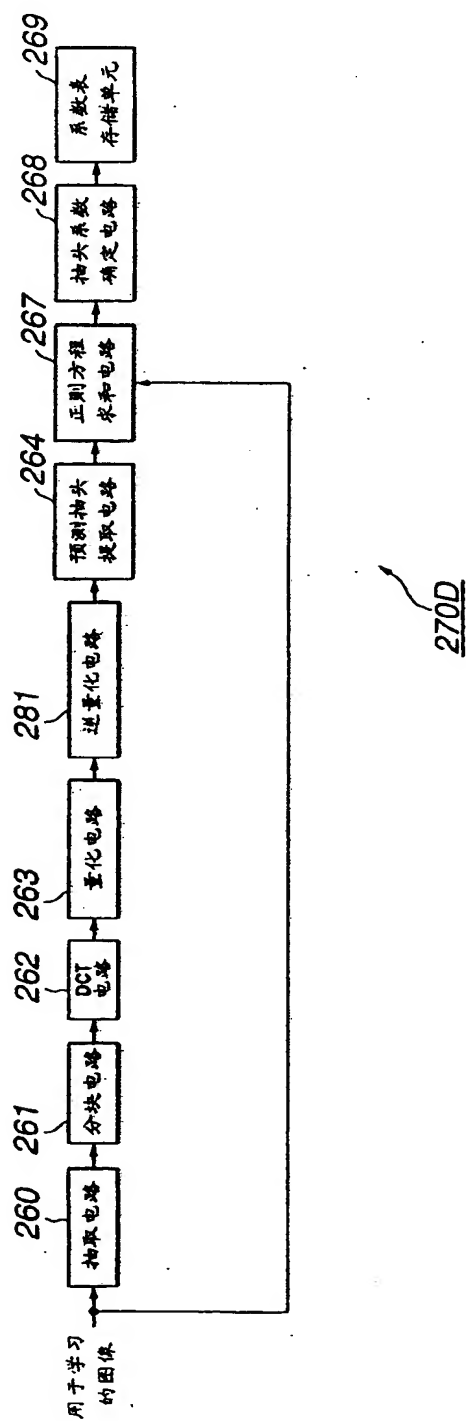


图 37

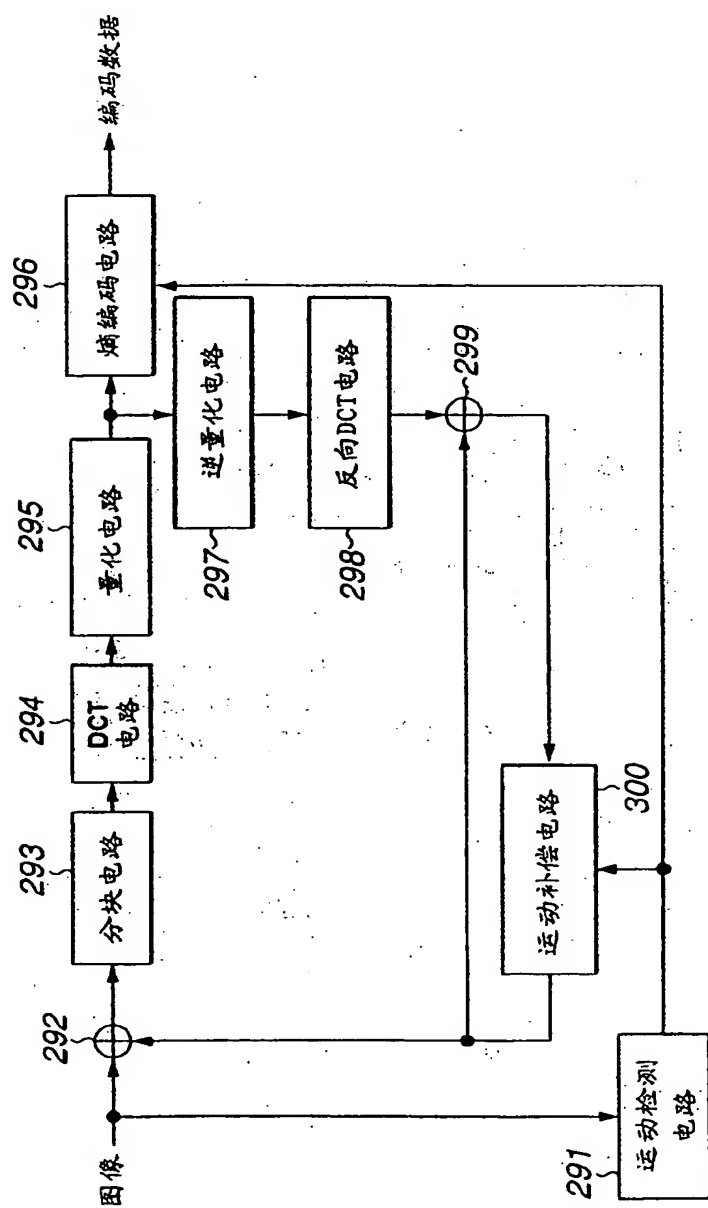


图 38

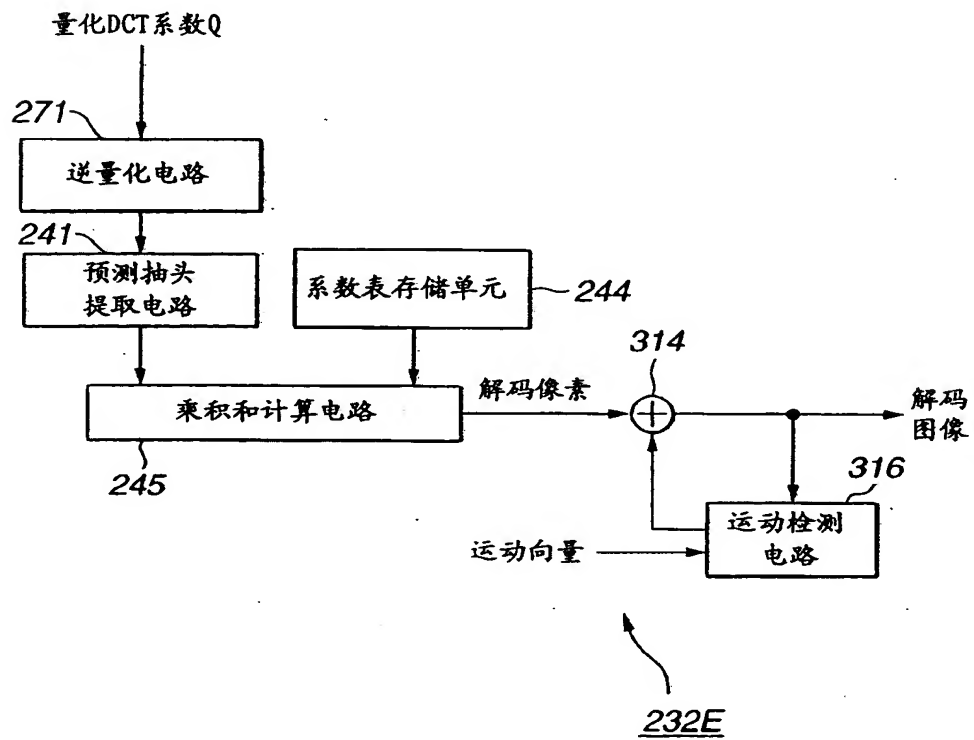


图 39



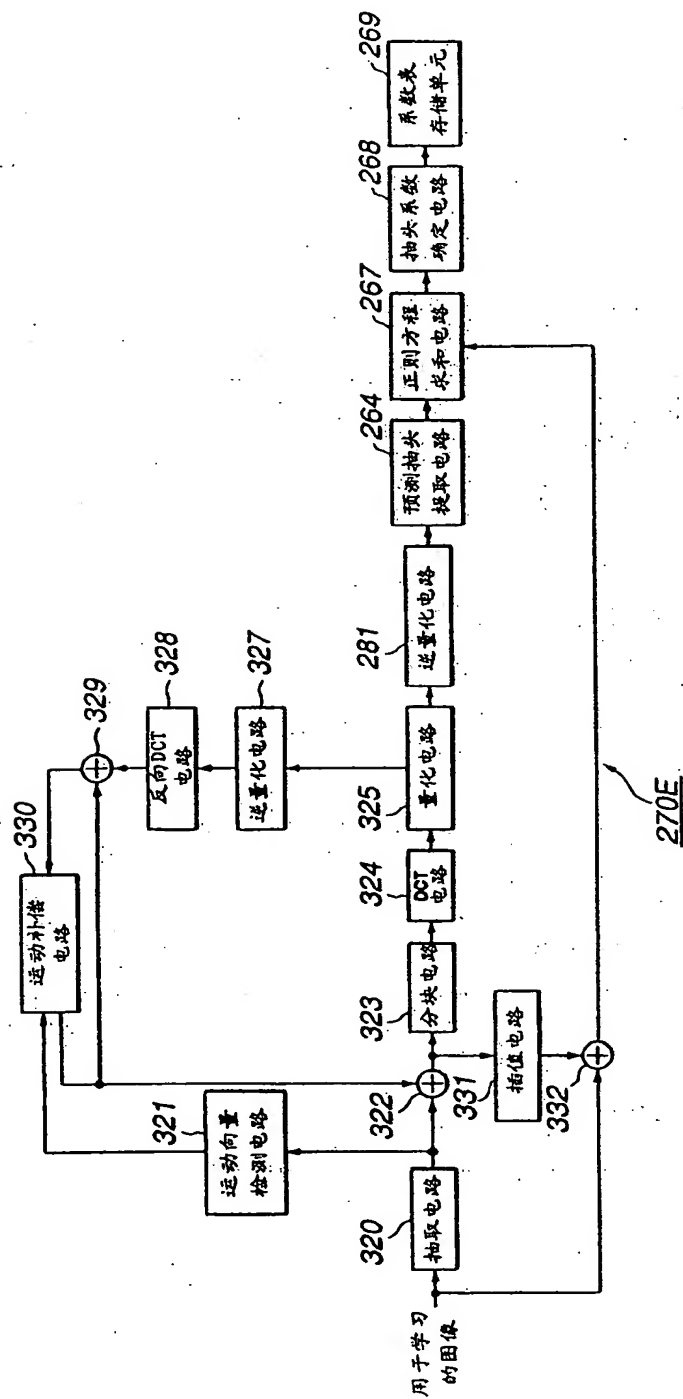


图 40

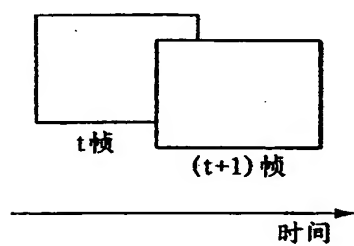


图 41A

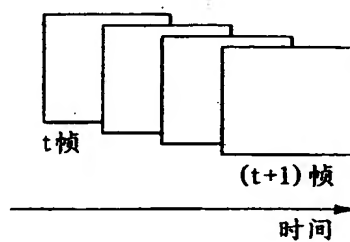


图 41B

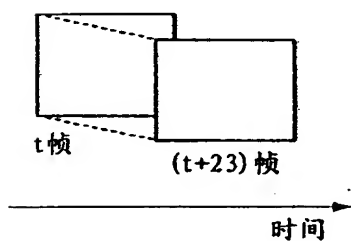


图 42A

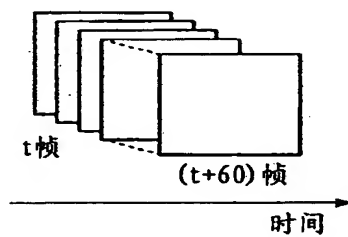


图 42B

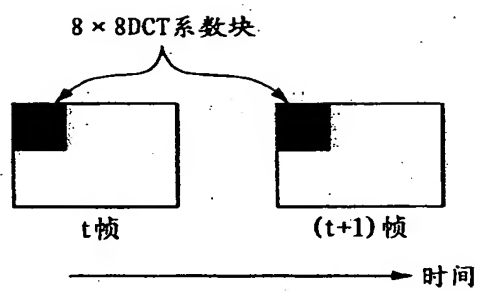


图 43

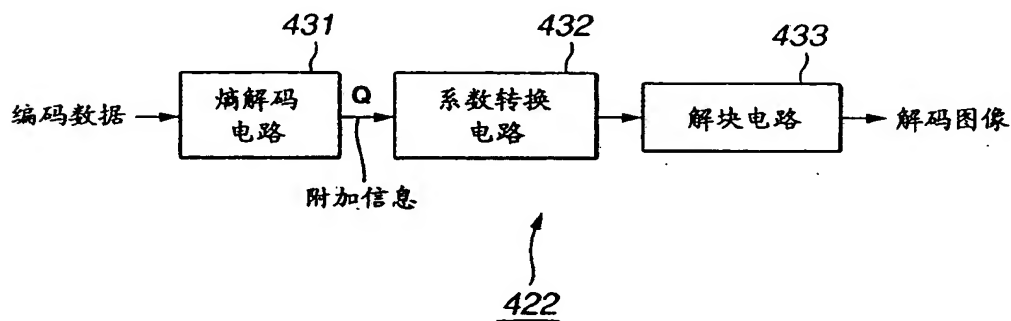


图 44

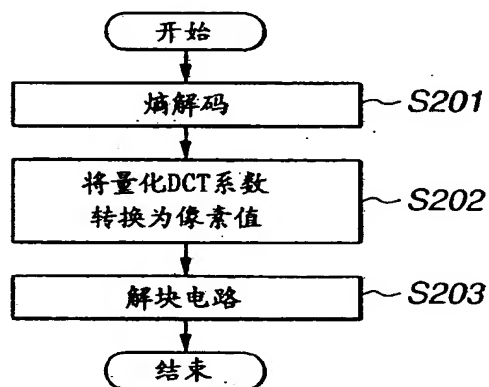


图 45

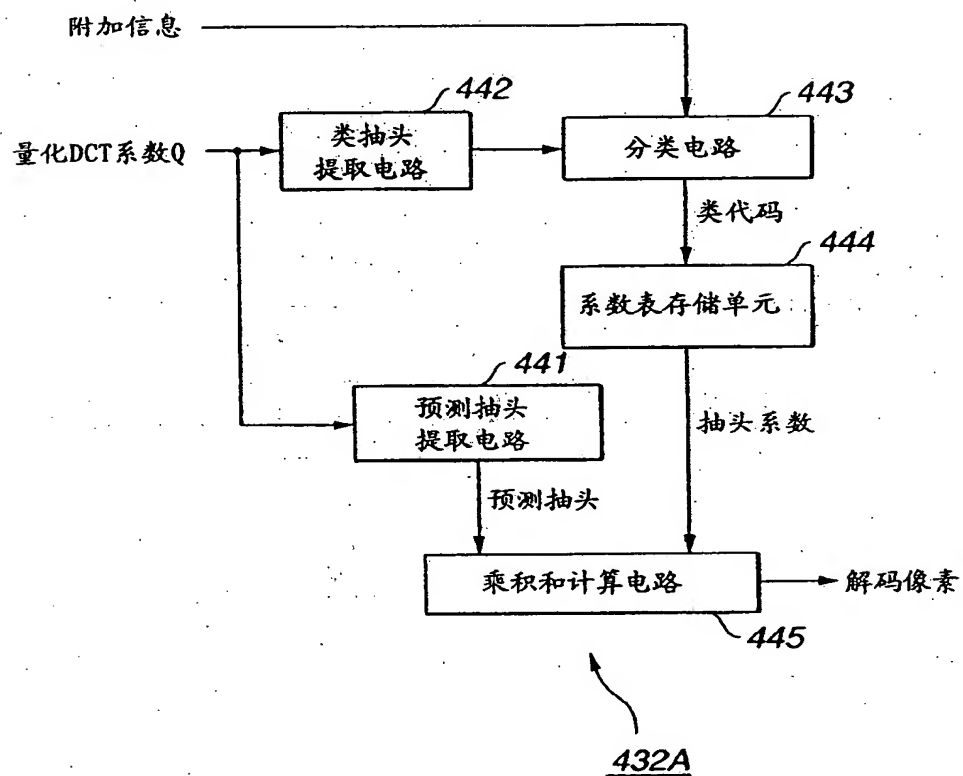


图 46

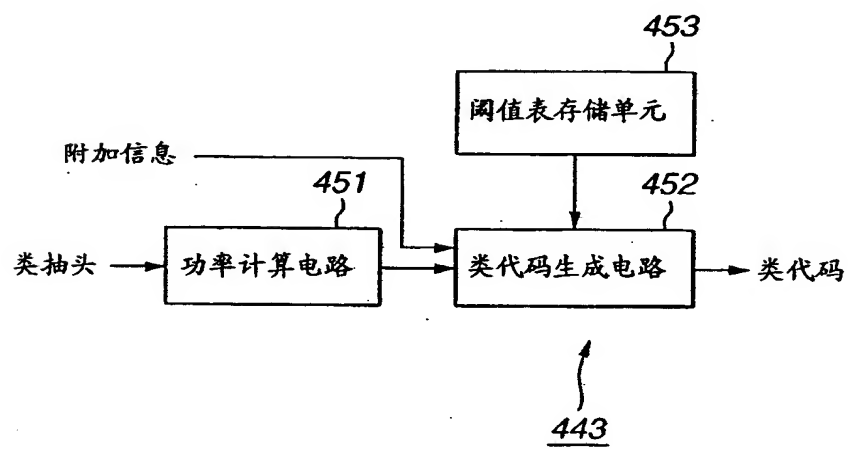


图 47

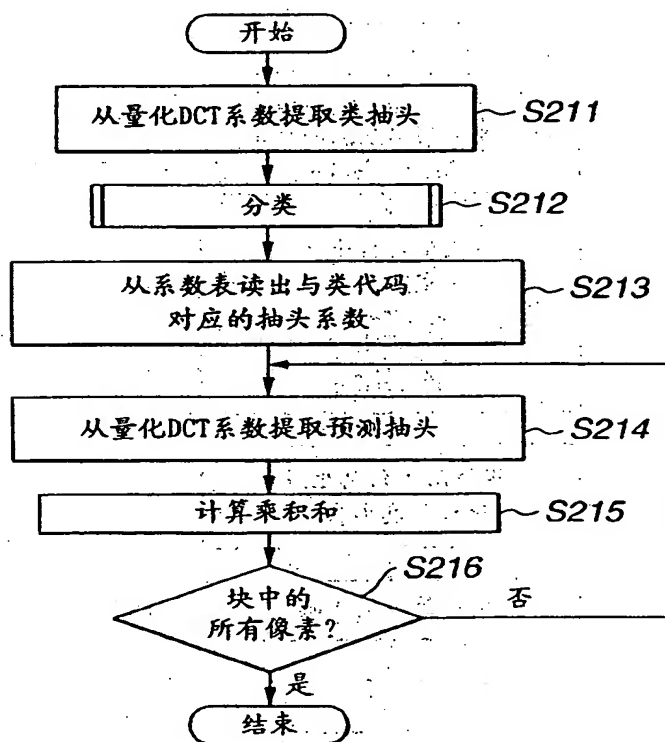


图 48

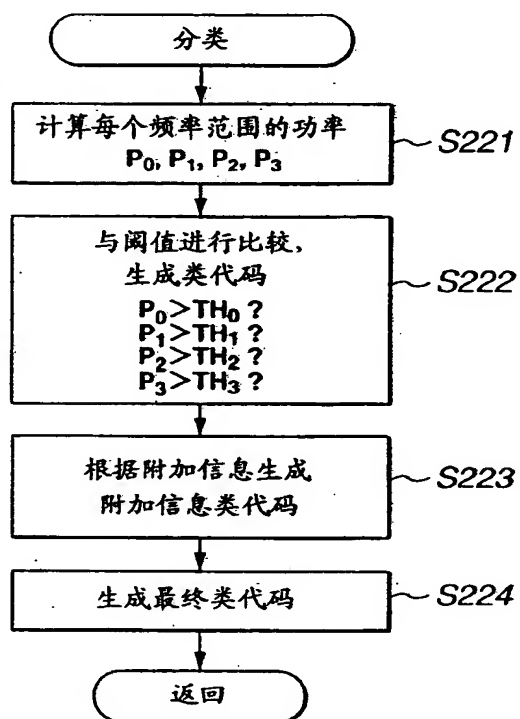
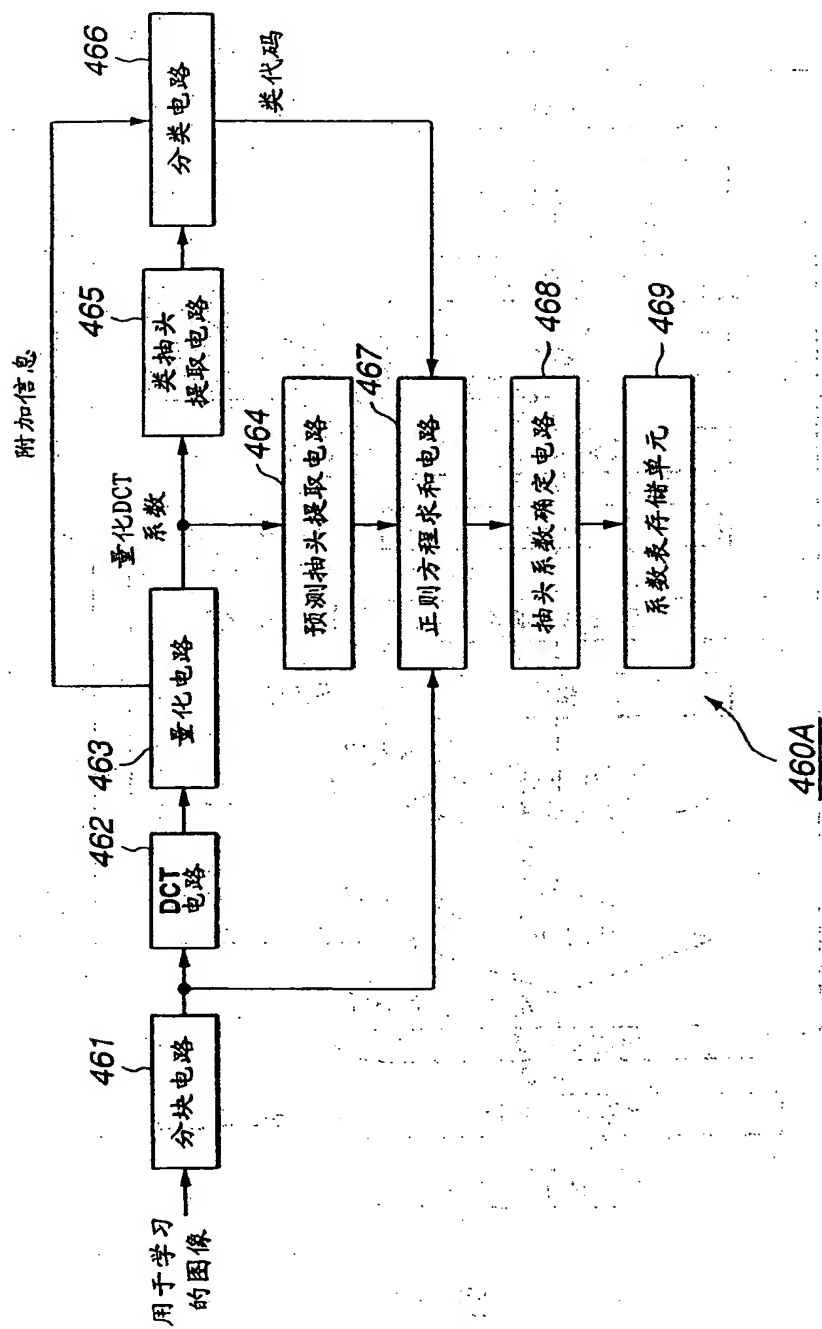


图 49





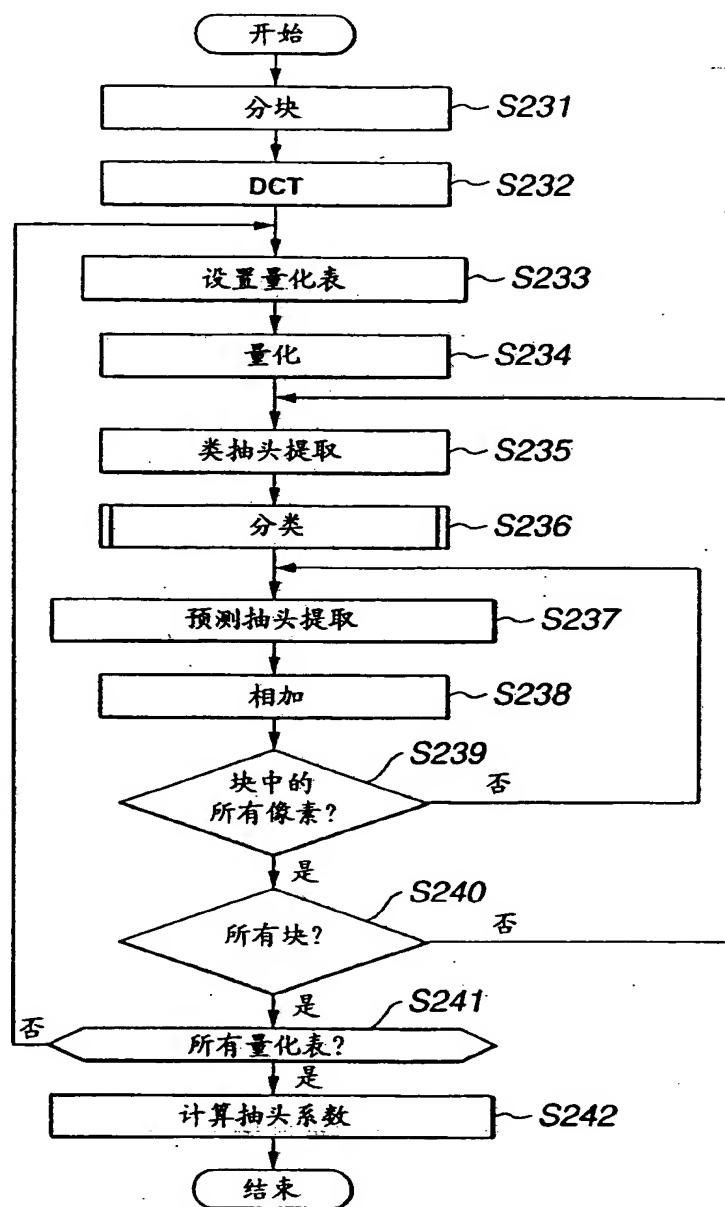


图 51

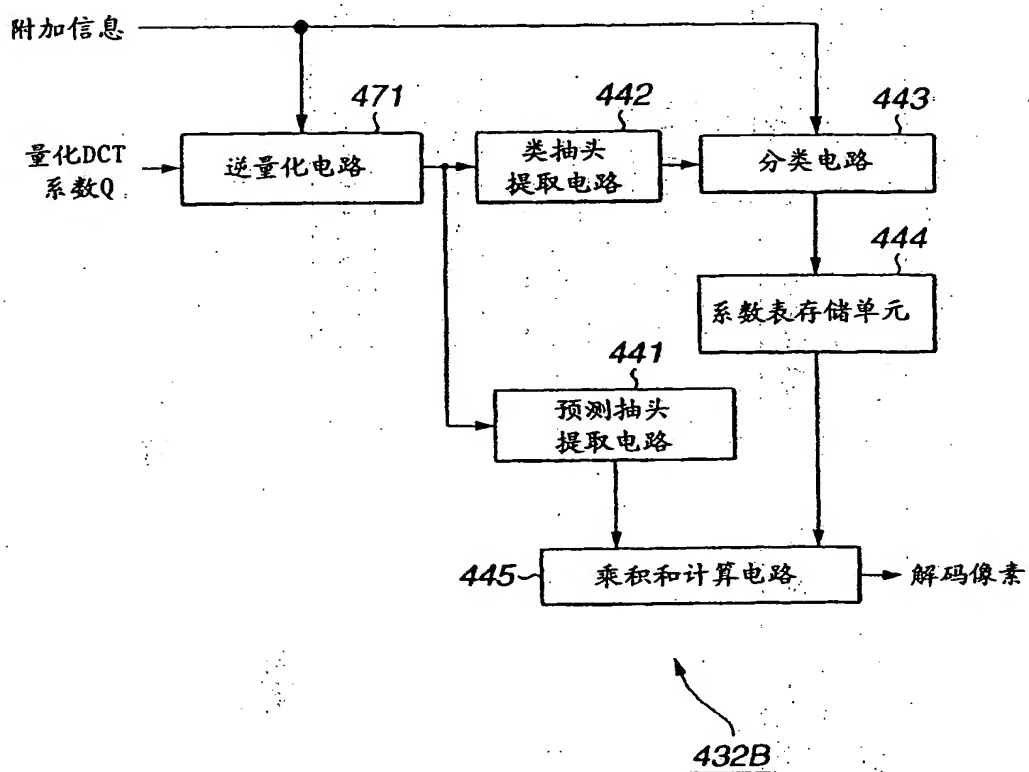


图 52

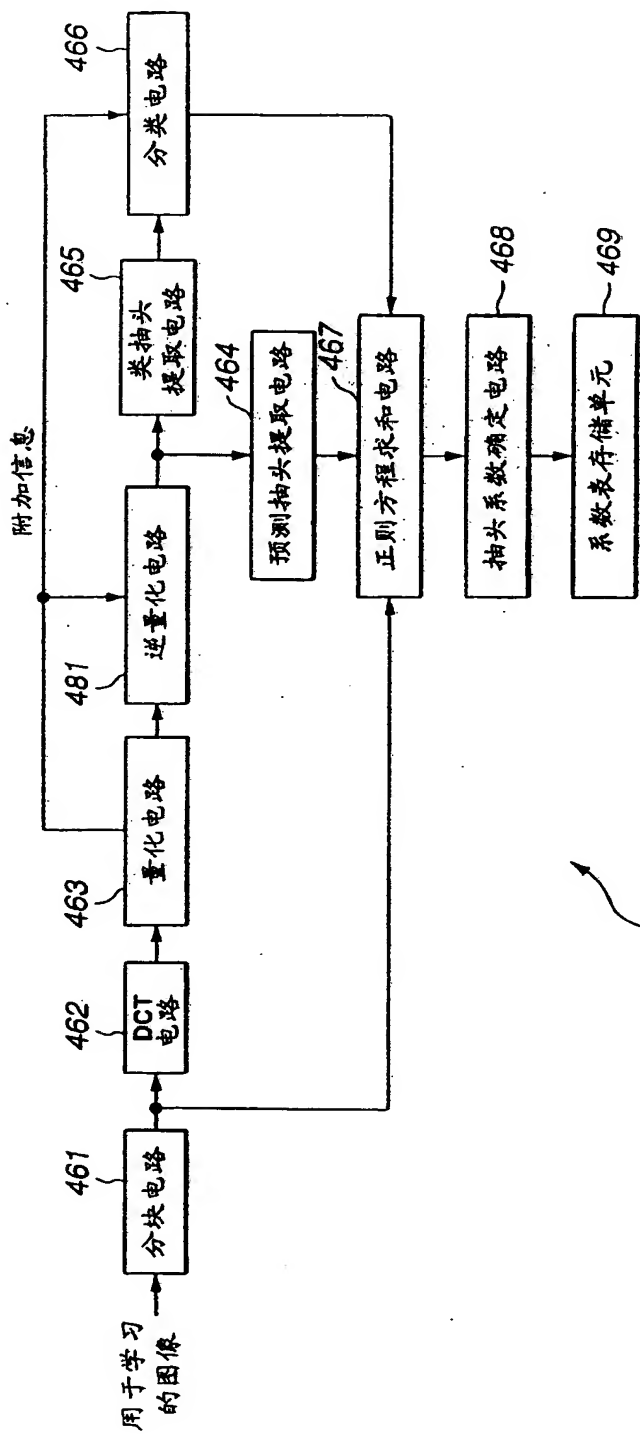


图 53

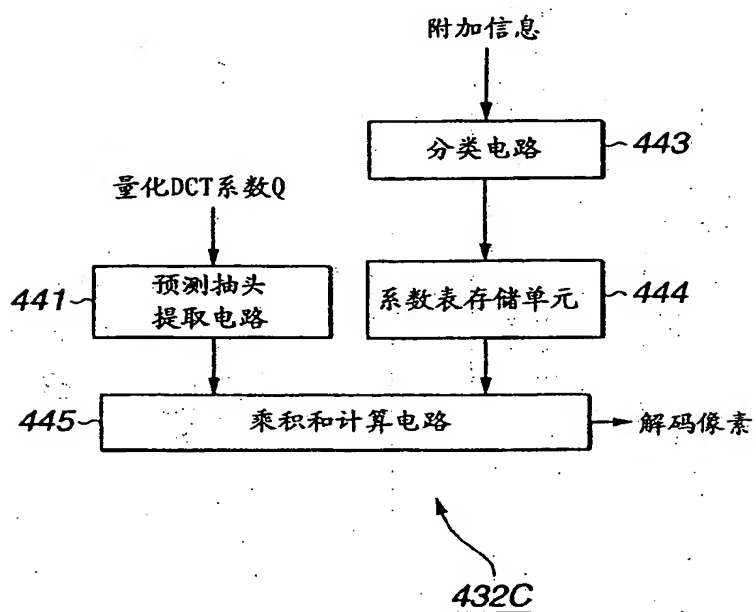


图 54

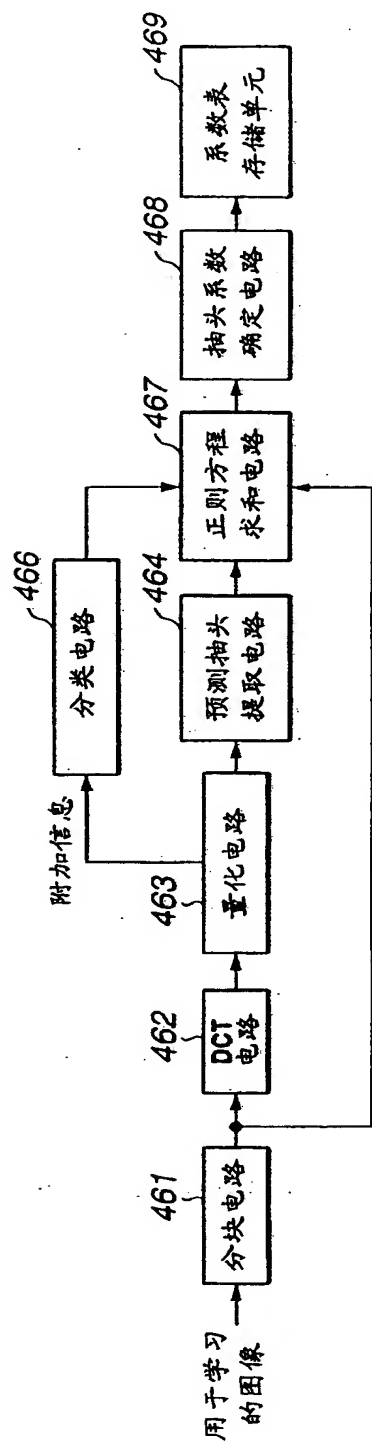


图 55

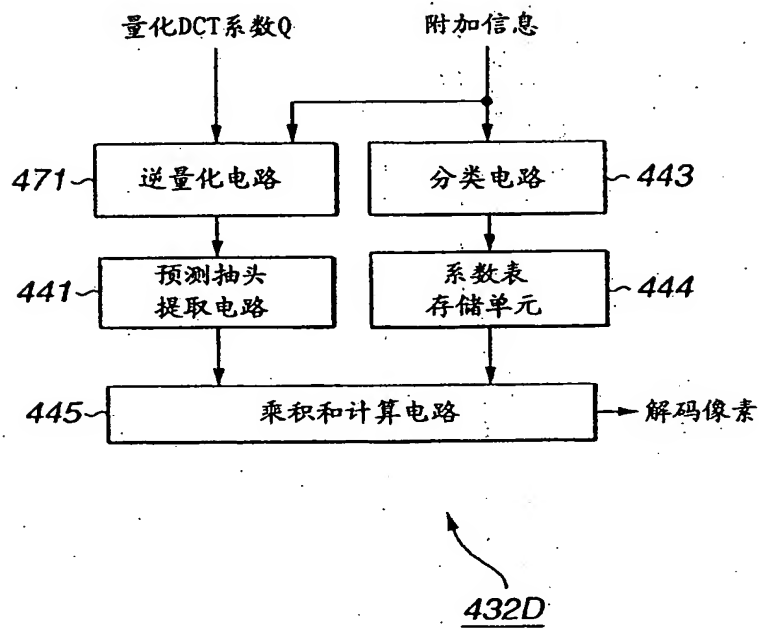
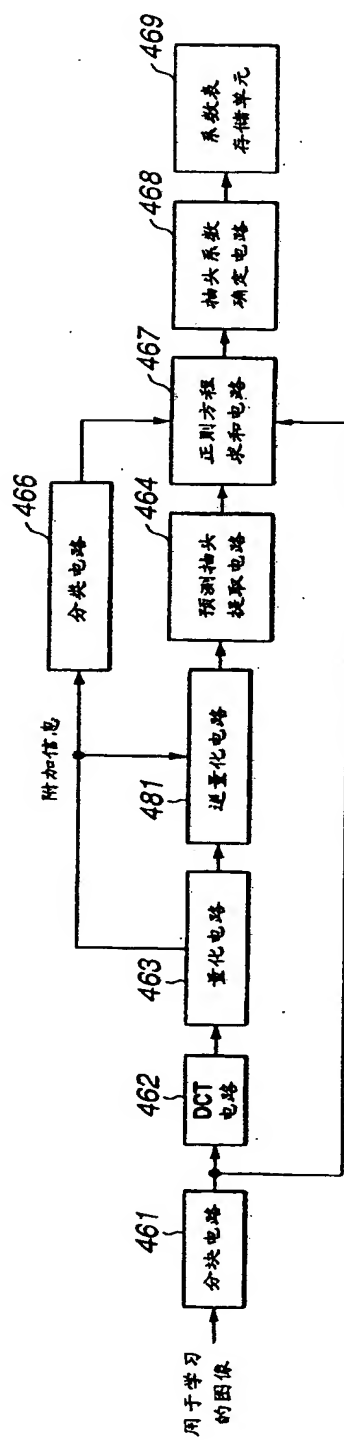


图 56



460D

图 57



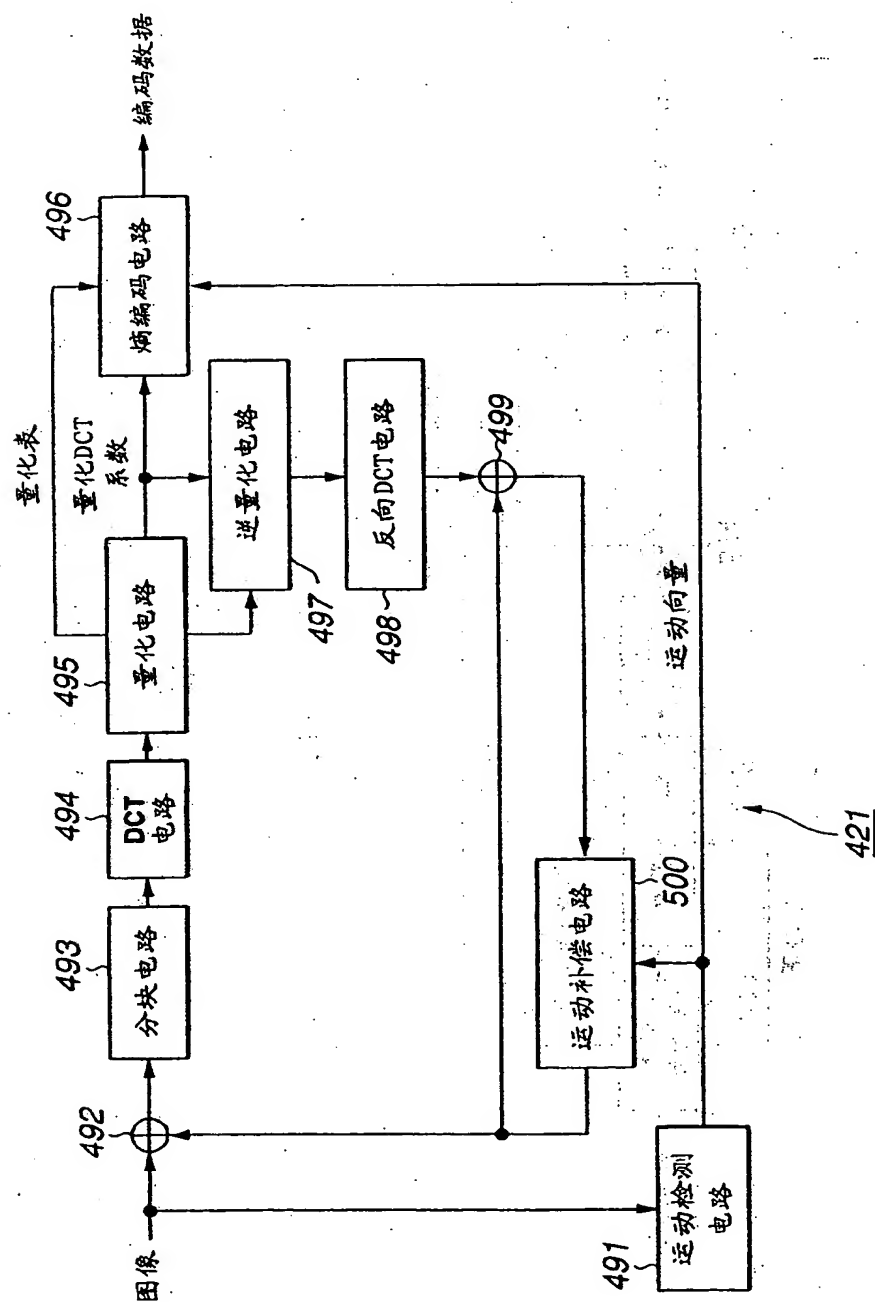


图 58

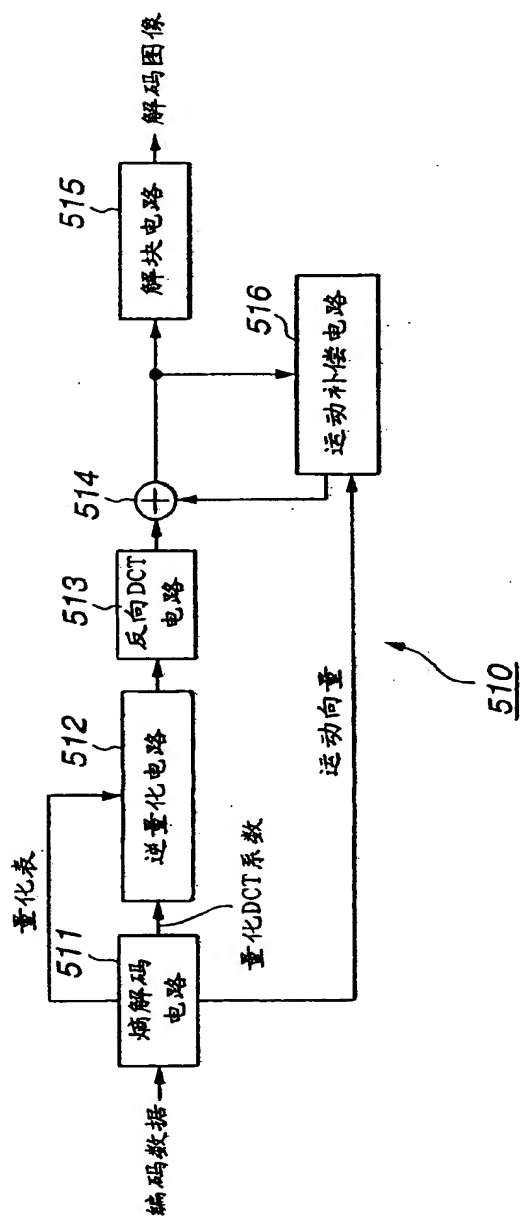


图 59

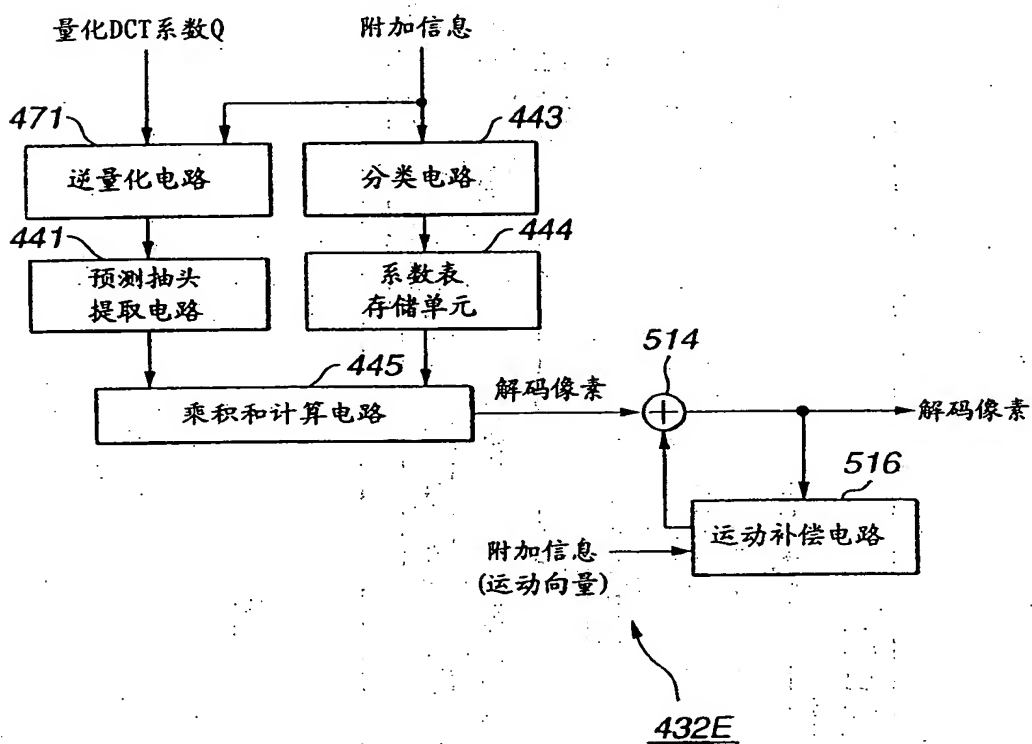
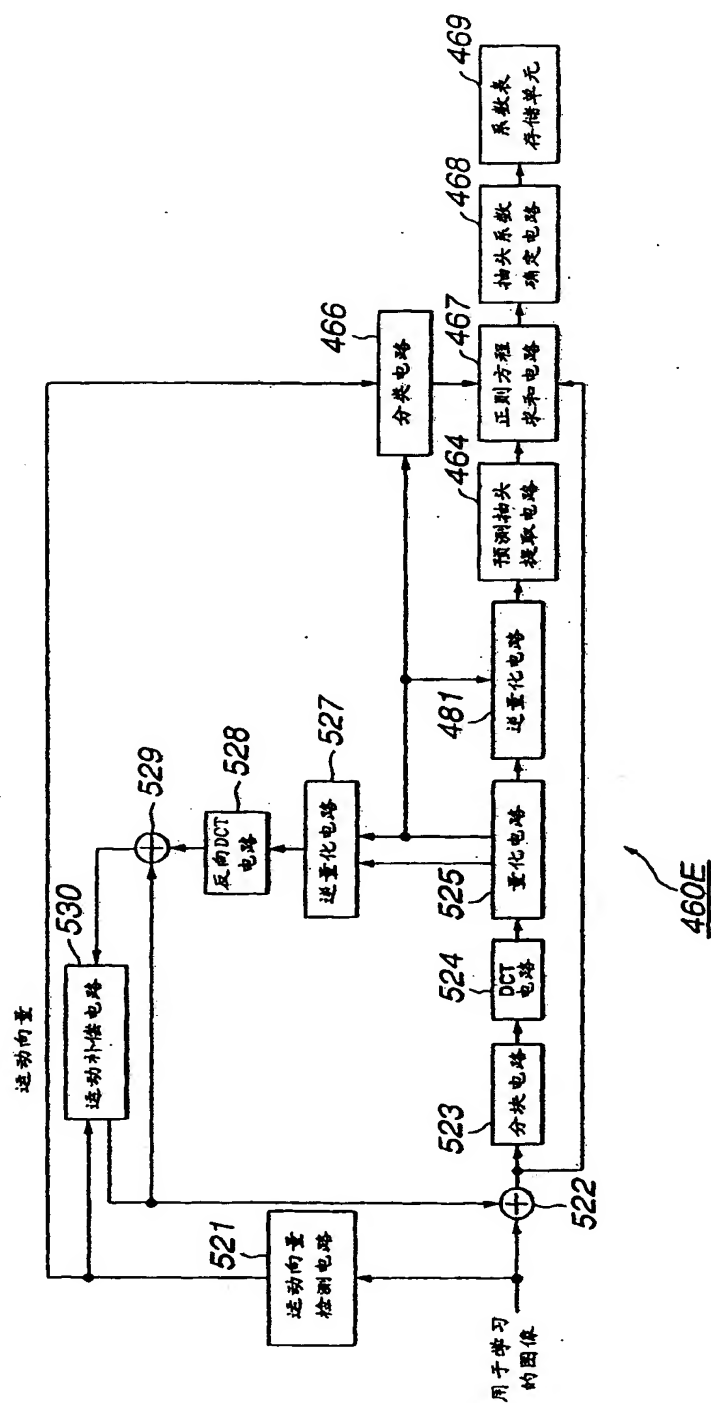


图 60



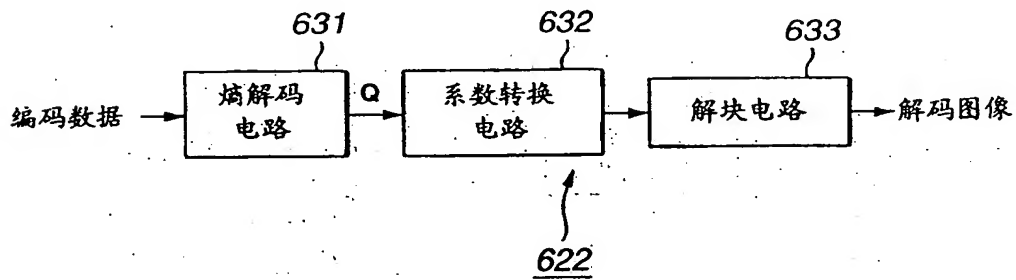


图 62

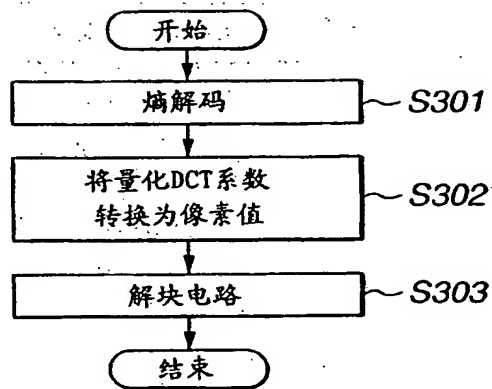


图 63

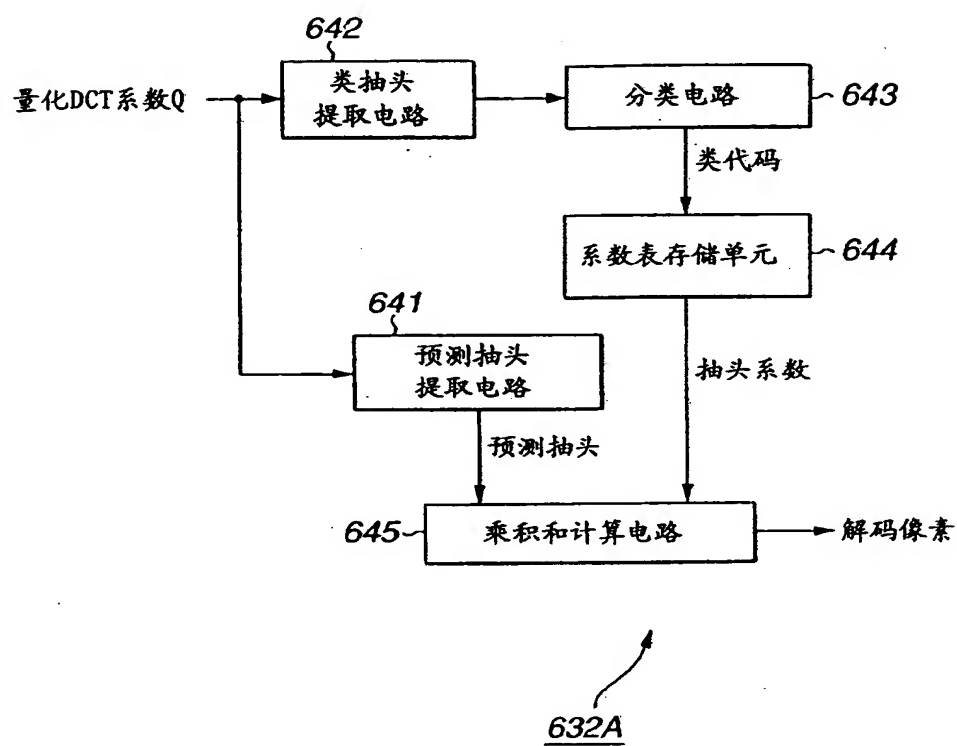


图 64

水平高度范围 →

0	1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30	31
32	33	34	35	36	37	38	39
40	41	42	43	44	45	46	47
48	49	50	51	52	53	54	55
56	57	58	59	60	61	62	63

↑ 垂直高度范围

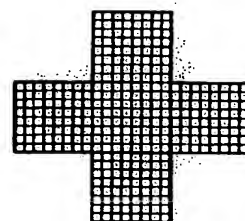


图 65A

图 65B

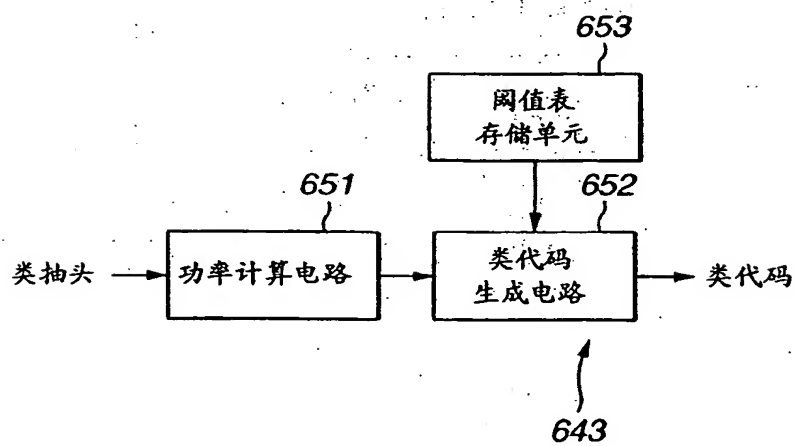


图 66

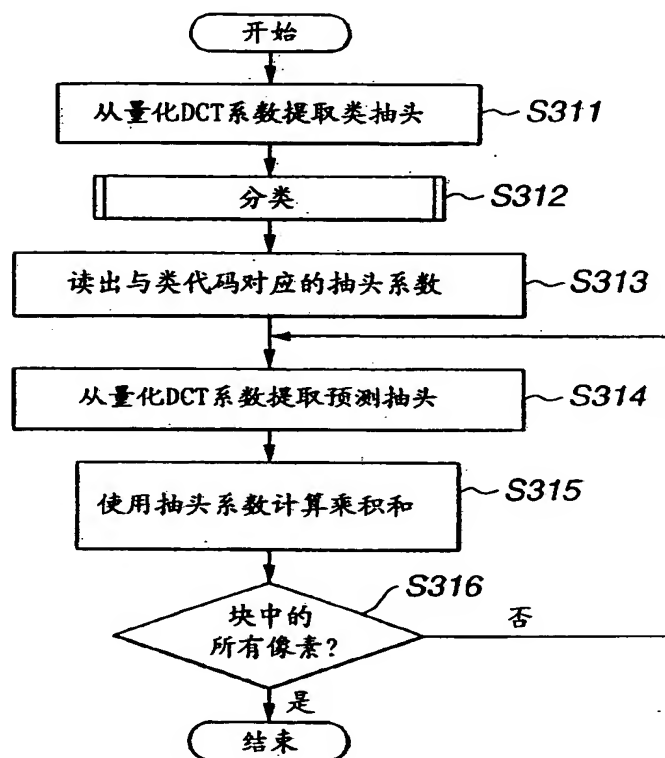


图 67



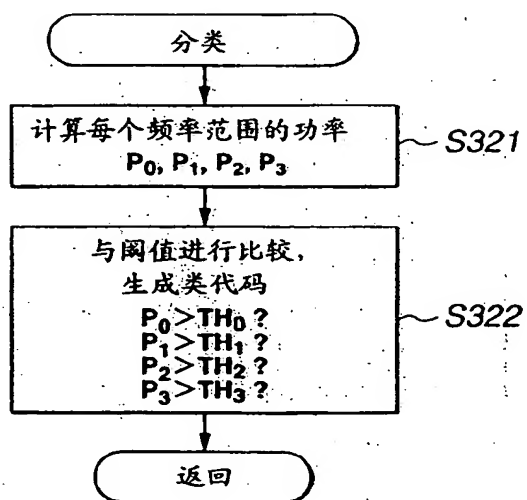


图 68

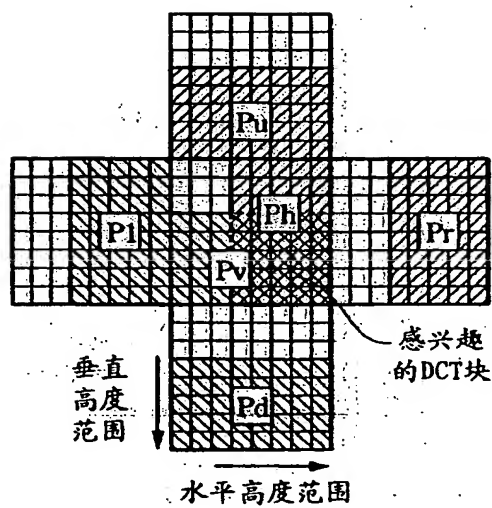


图 69

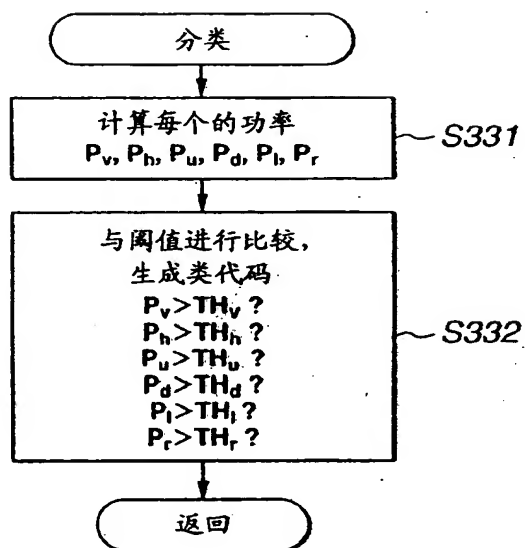


图 70

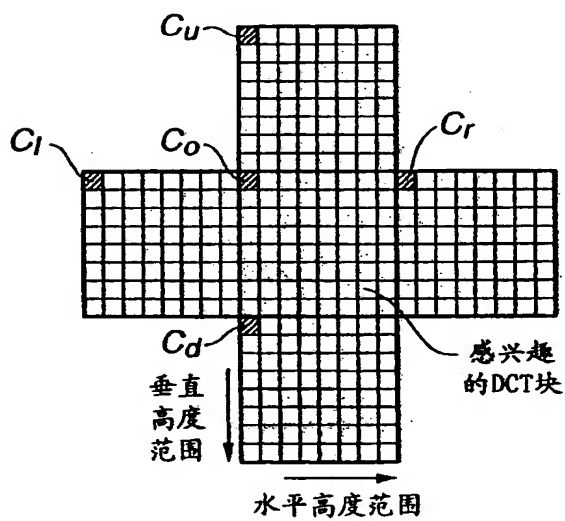


图 71

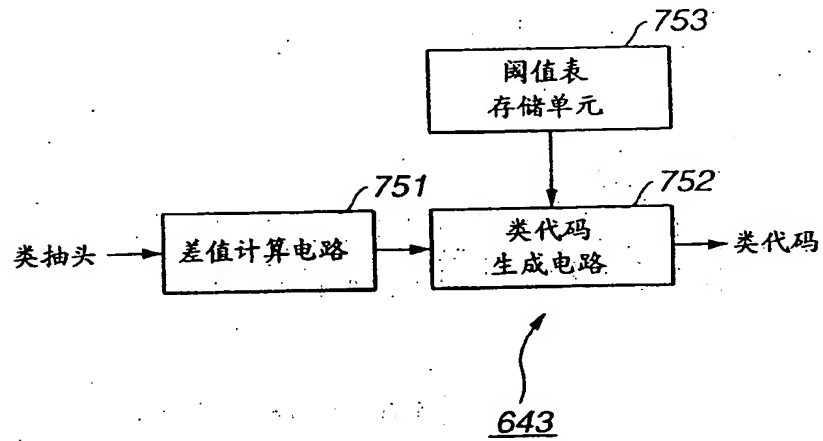


图 72

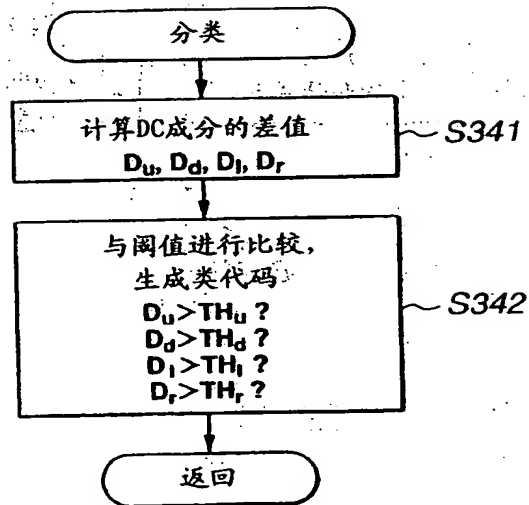


图 73

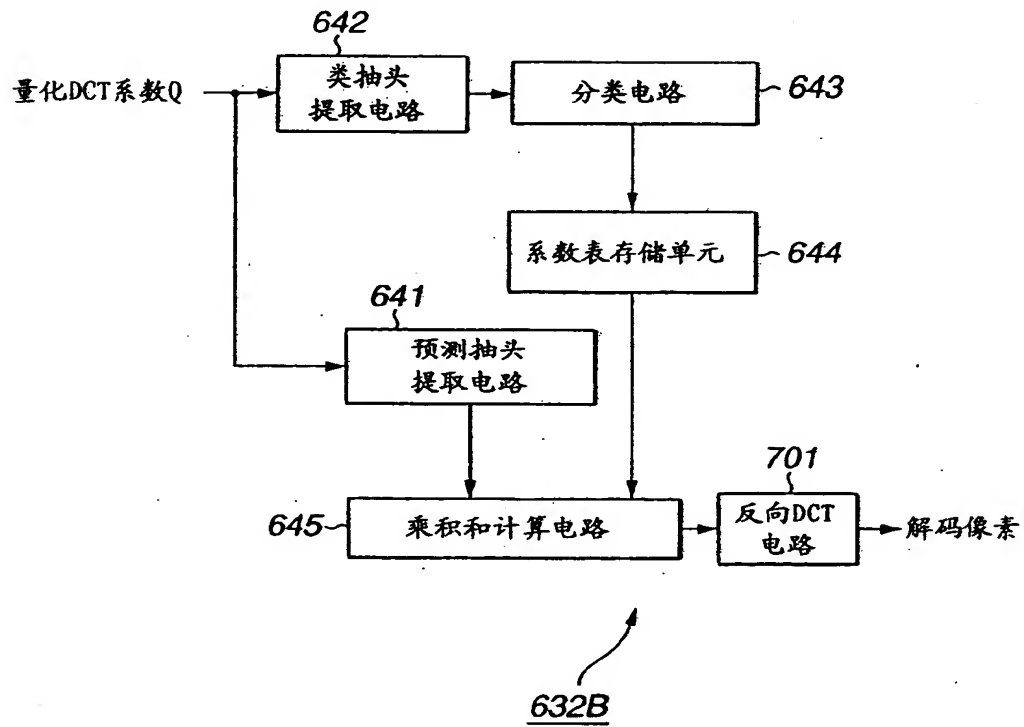


图 74

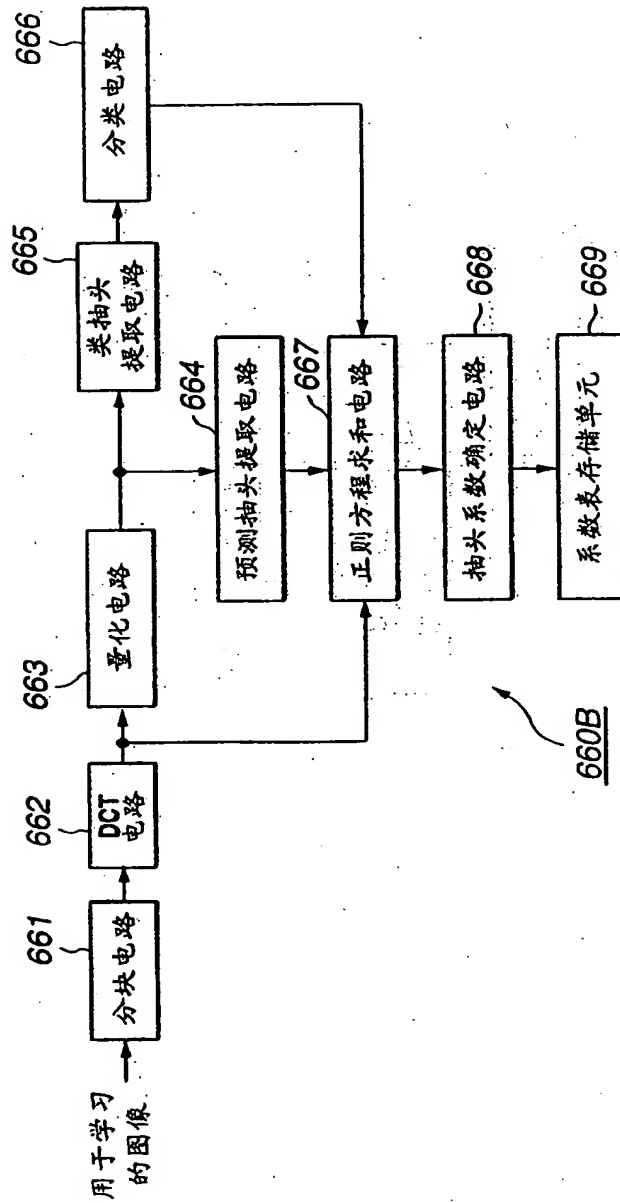


图 75

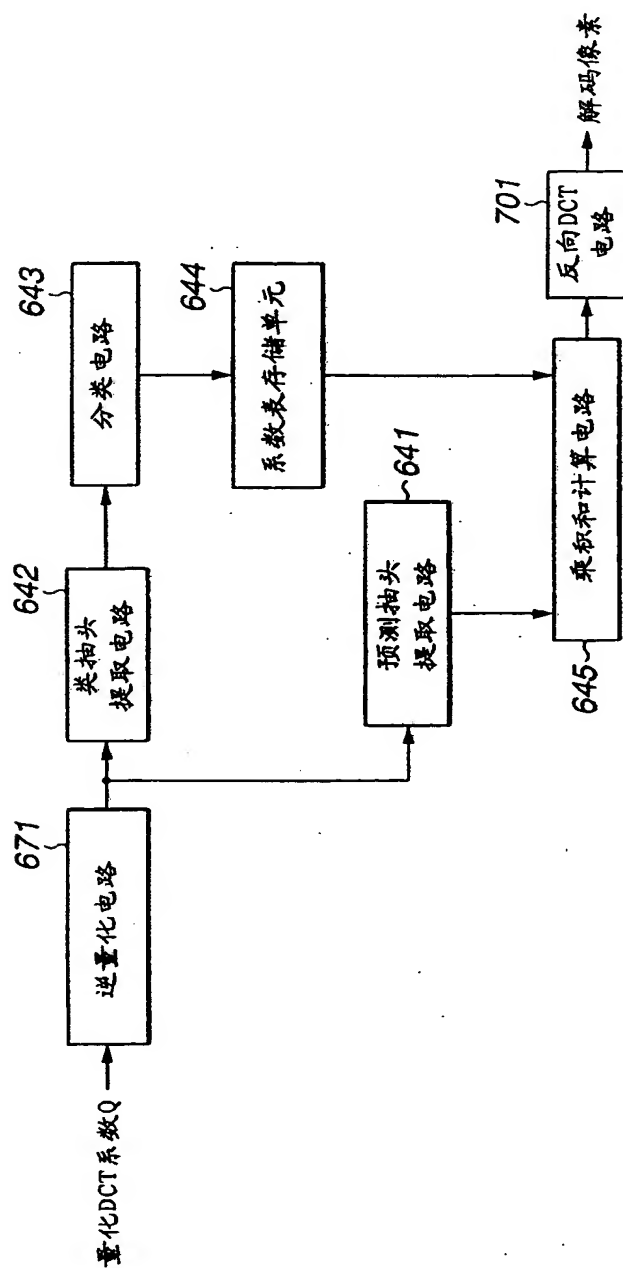


图 76

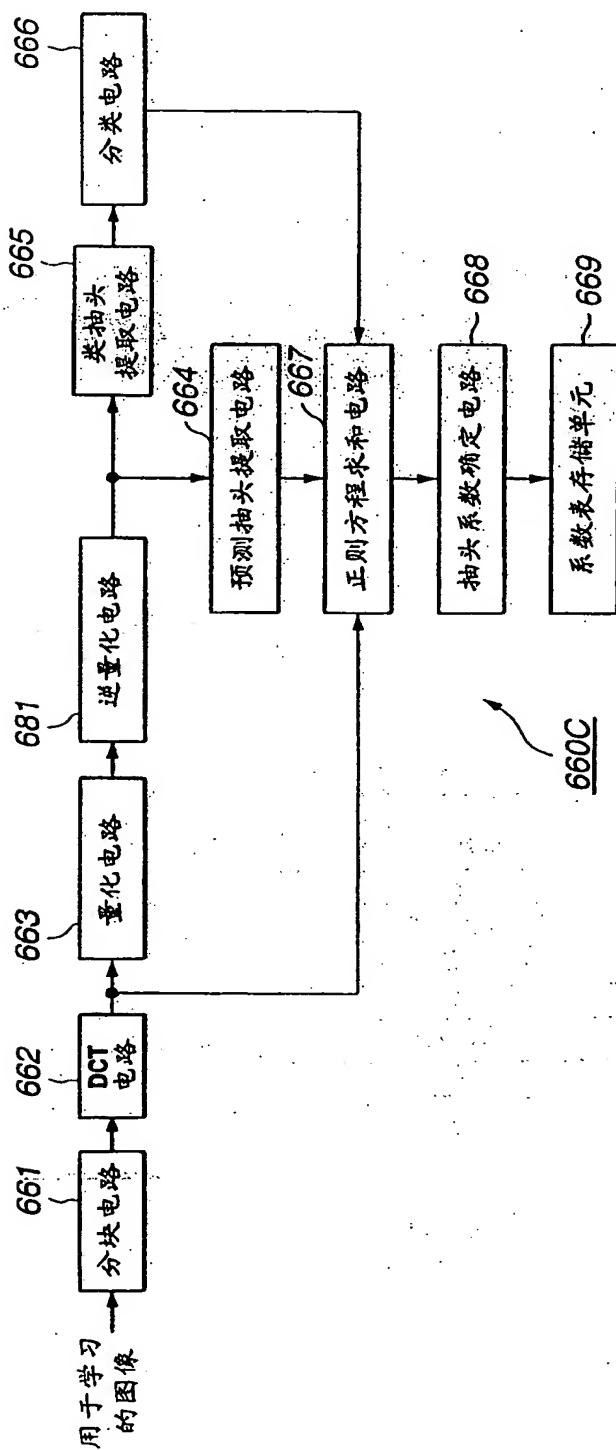


图 77

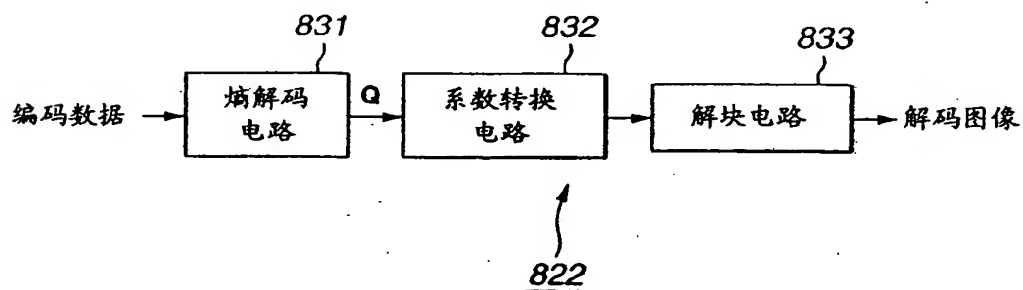


图 78

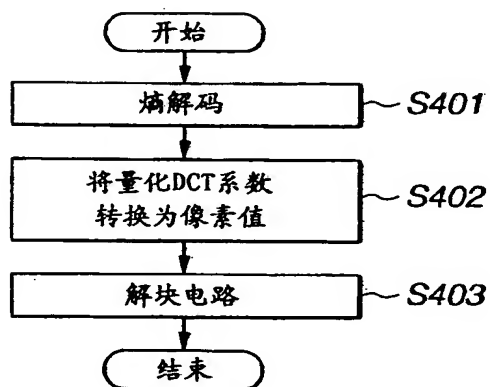


图 79



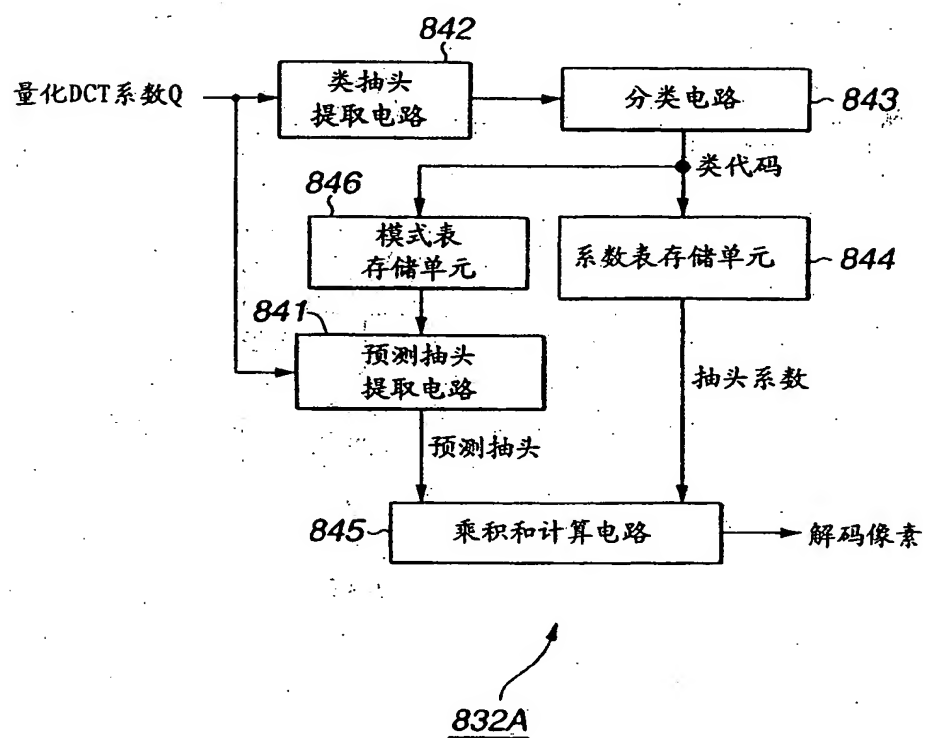


图 80

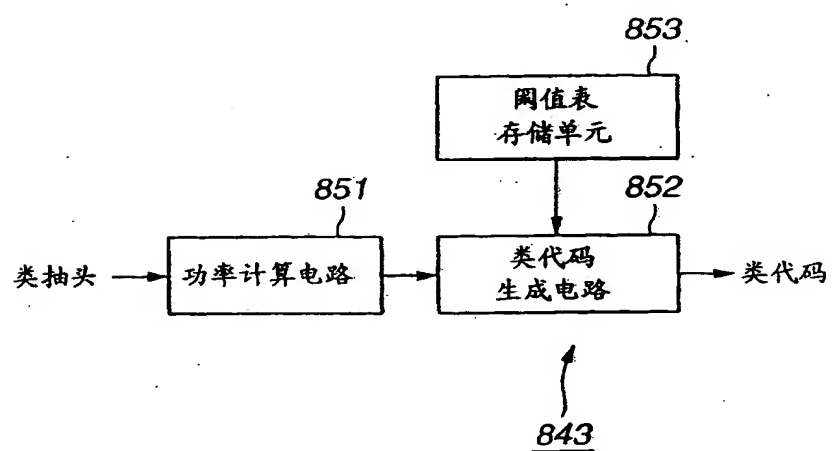


图 81

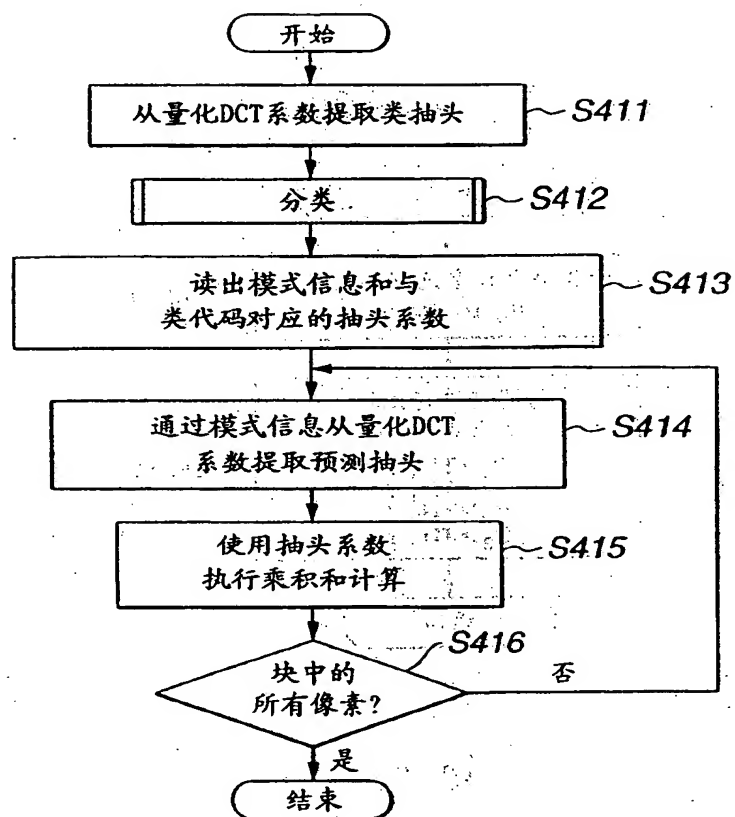


图 82

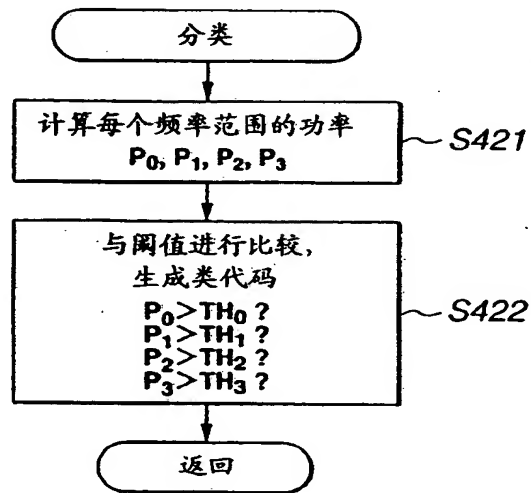
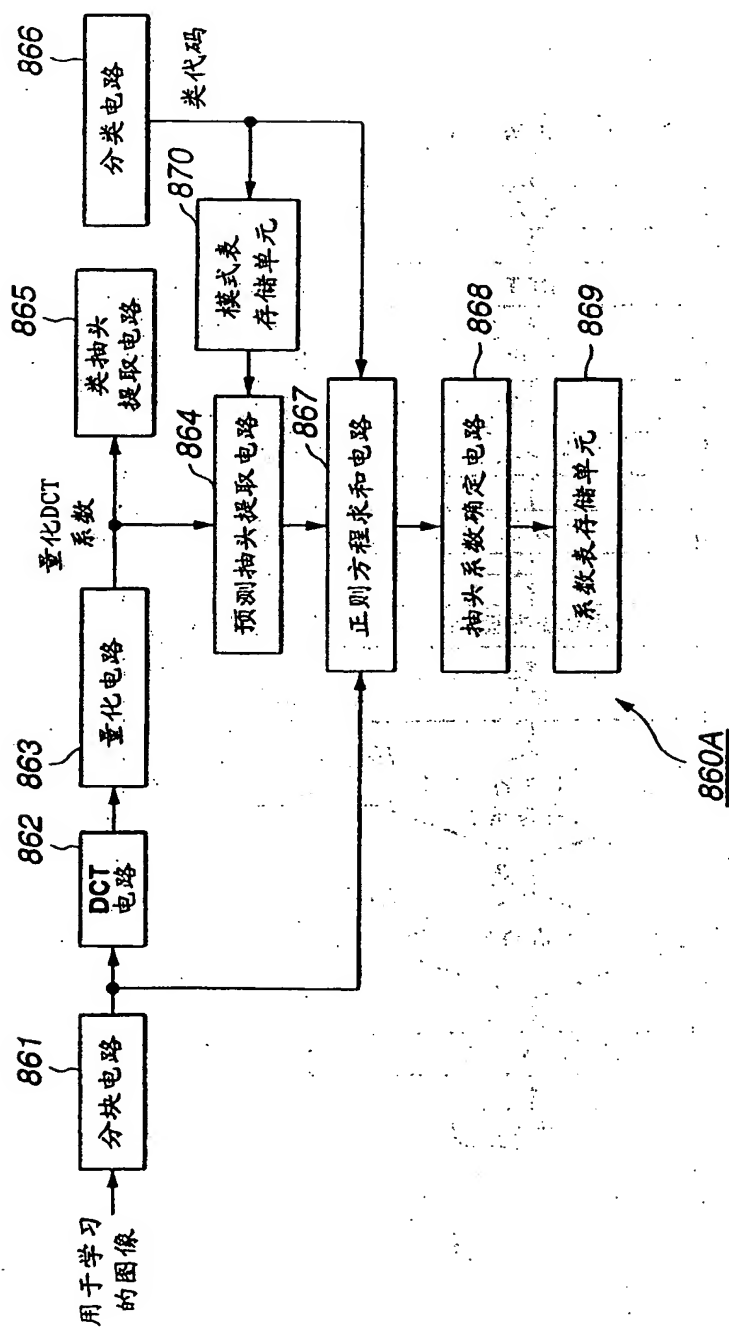


图 83



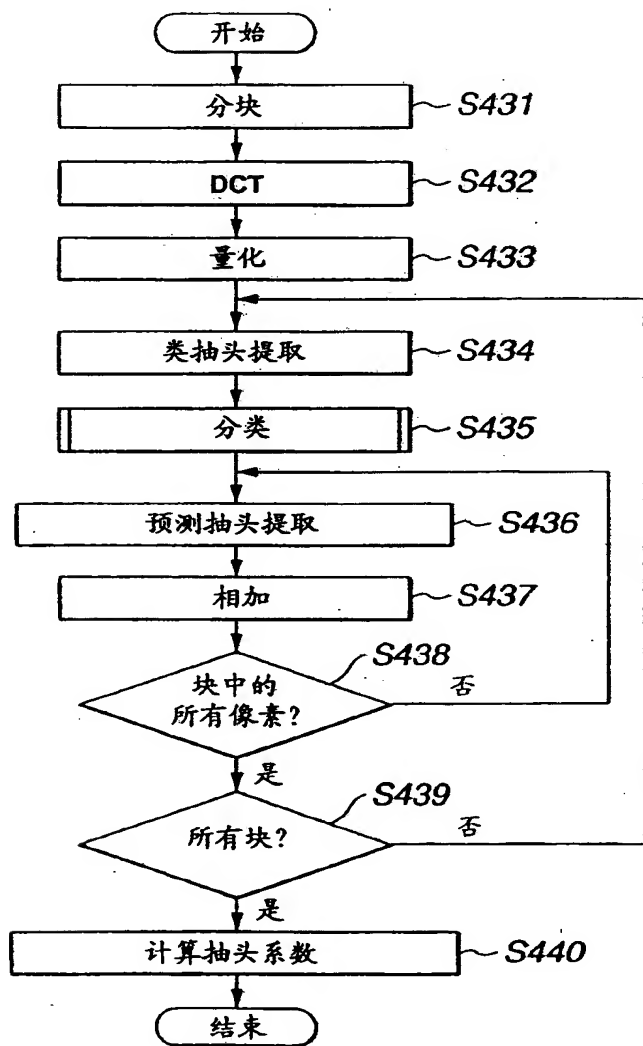


图 85

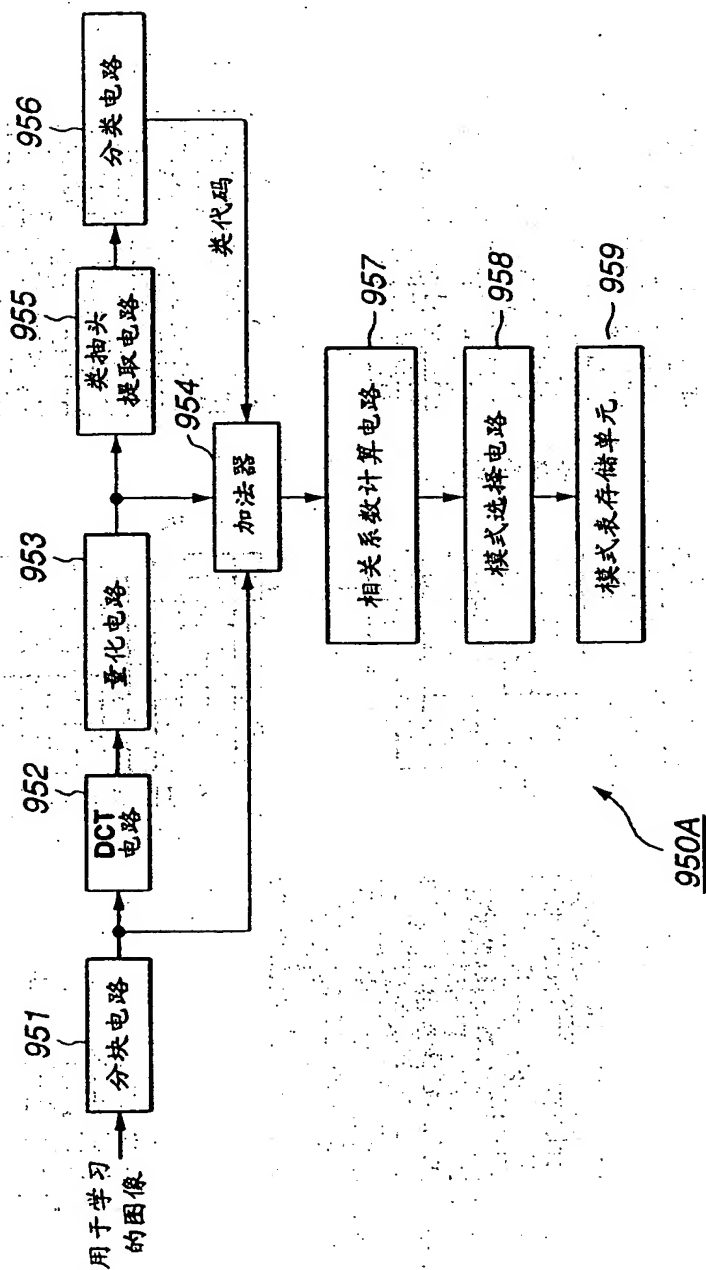


图 86

图 87A

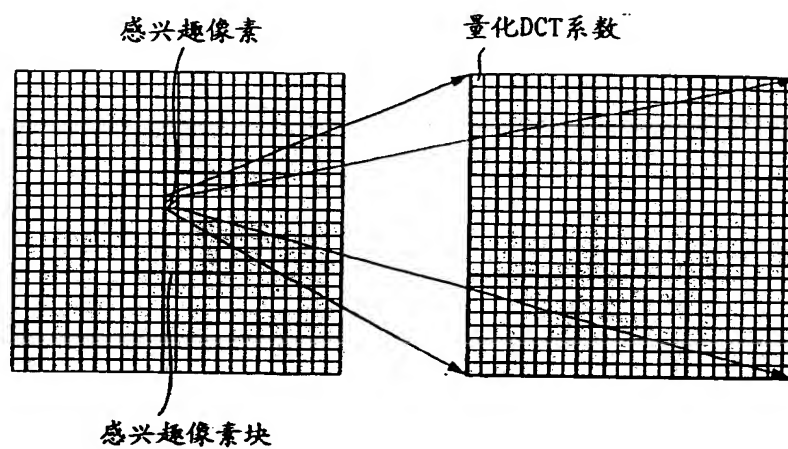


图 87B

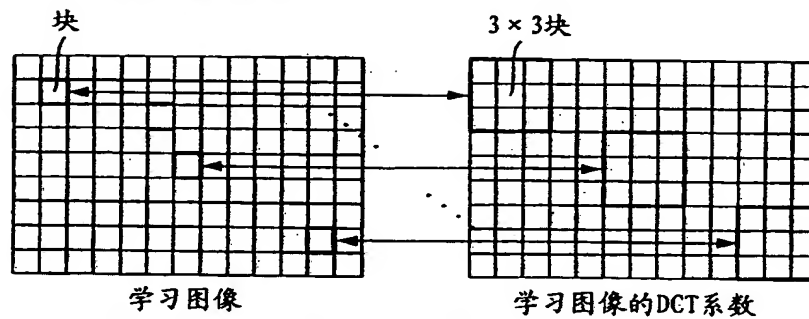
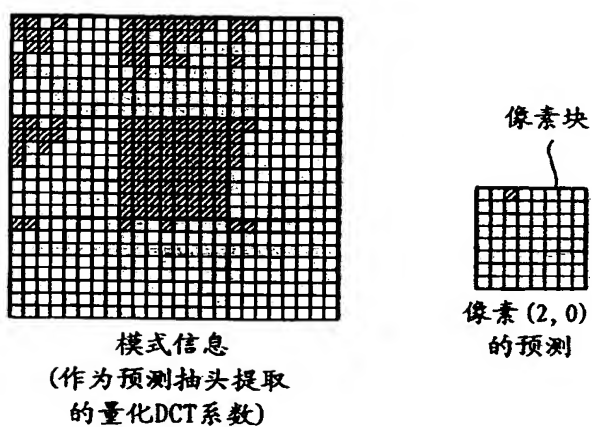


图 87C





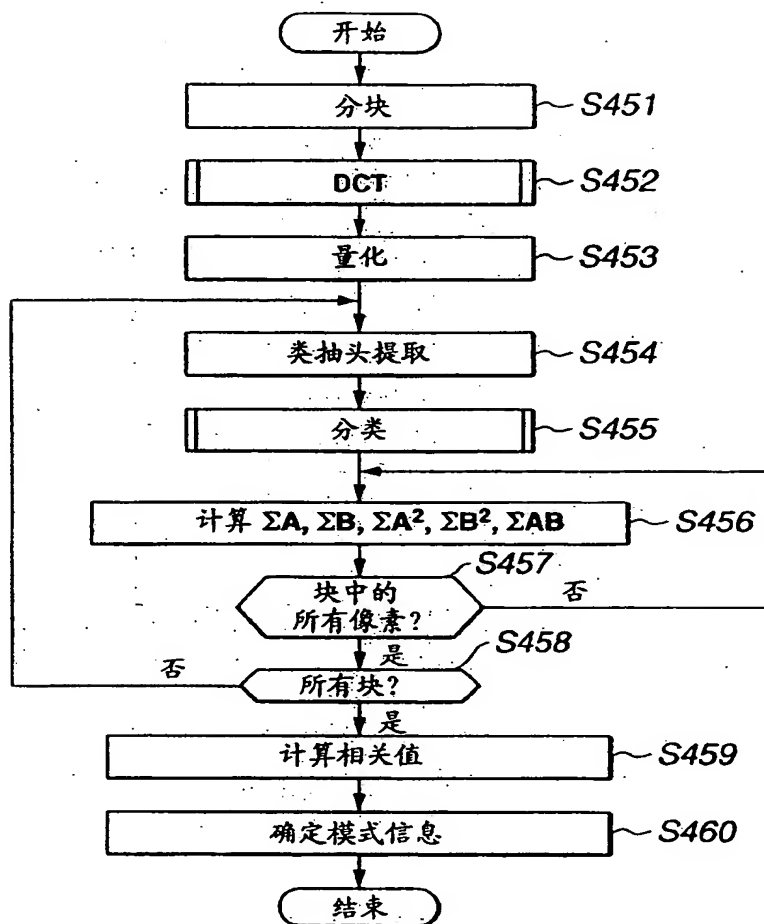


图 88

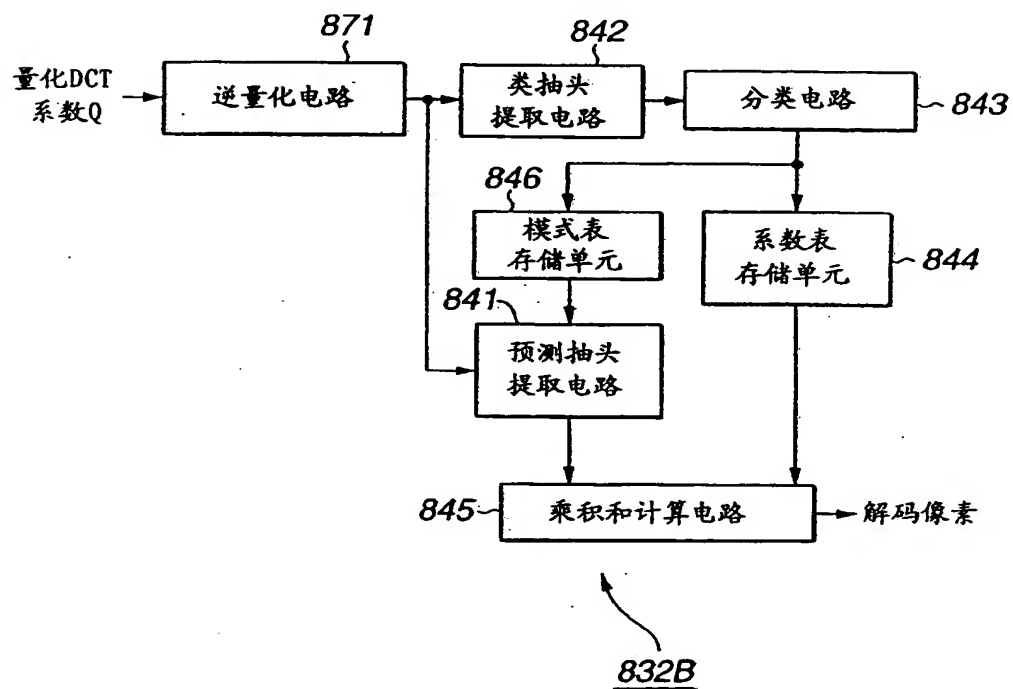


图 89

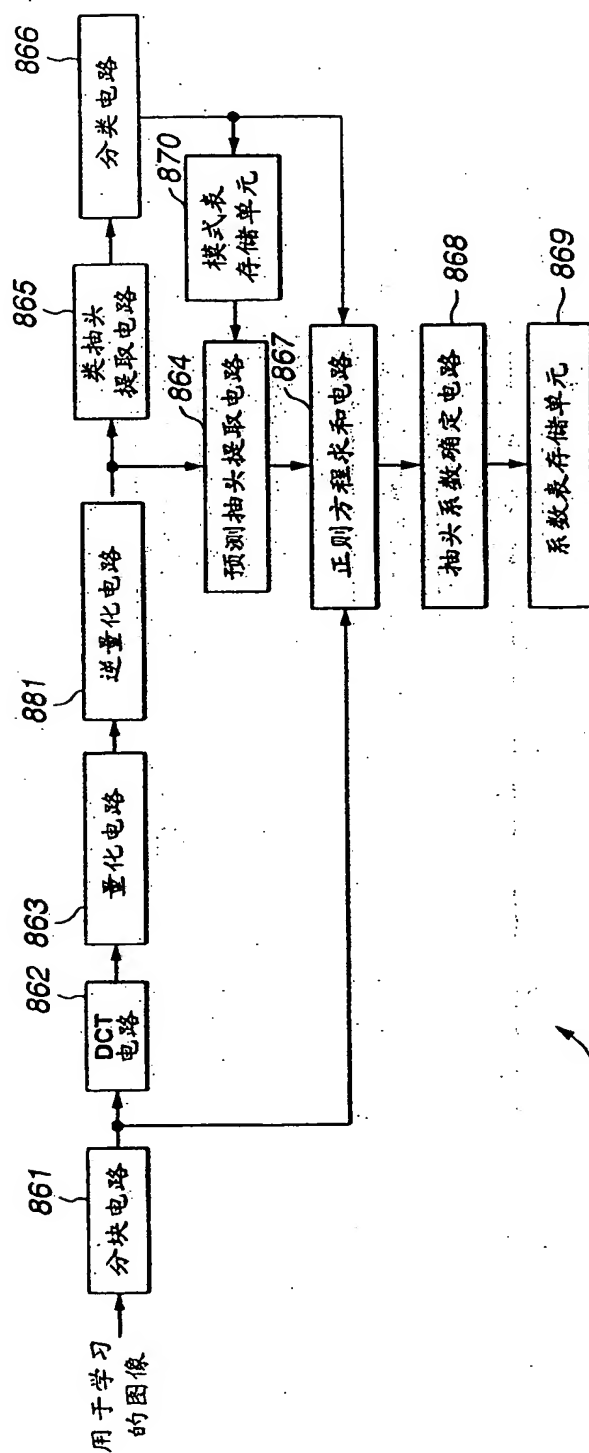


图 90

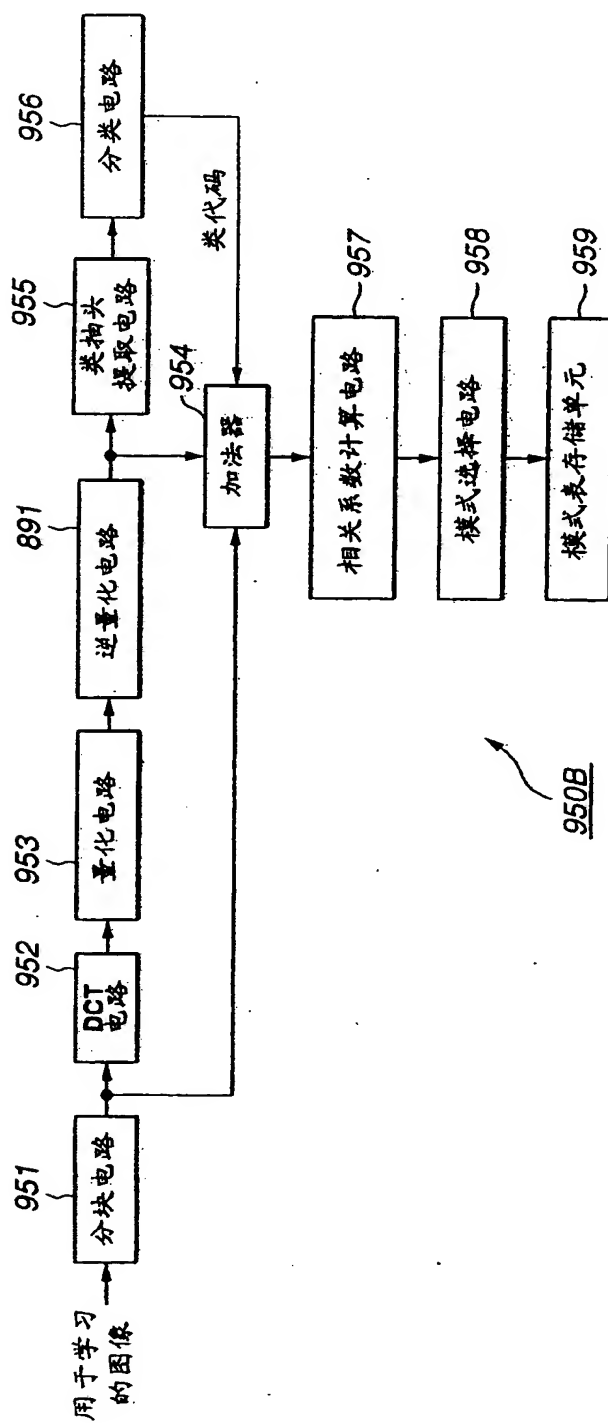


图 91

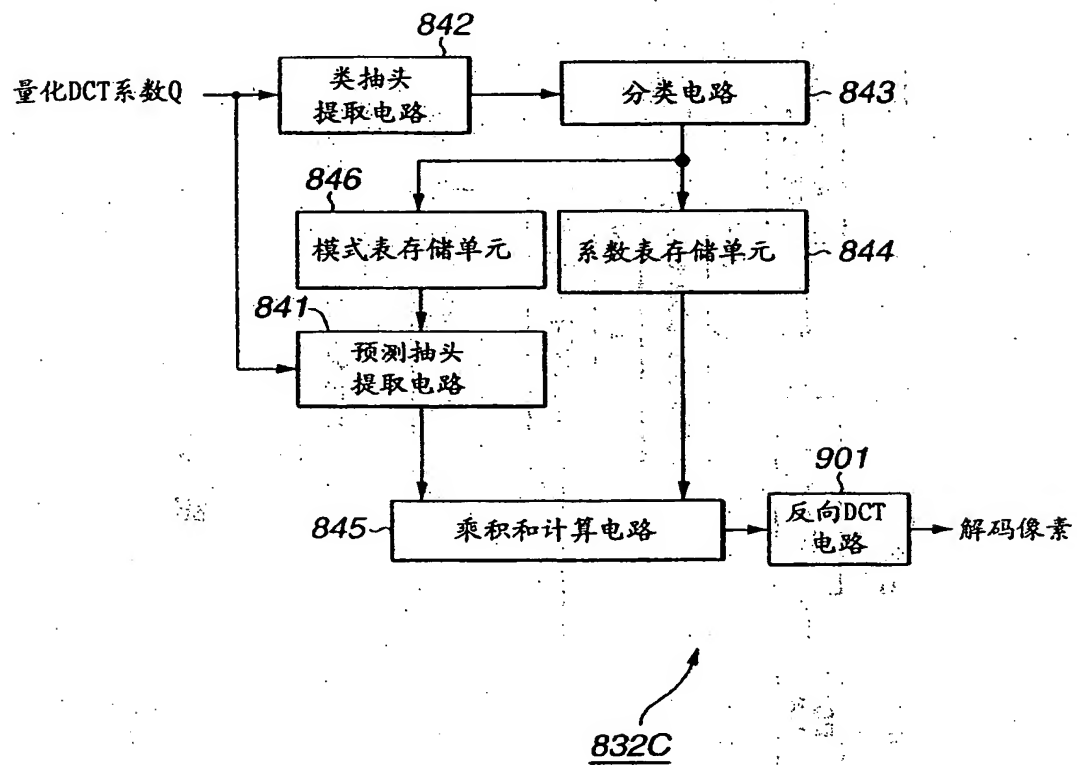


图 92

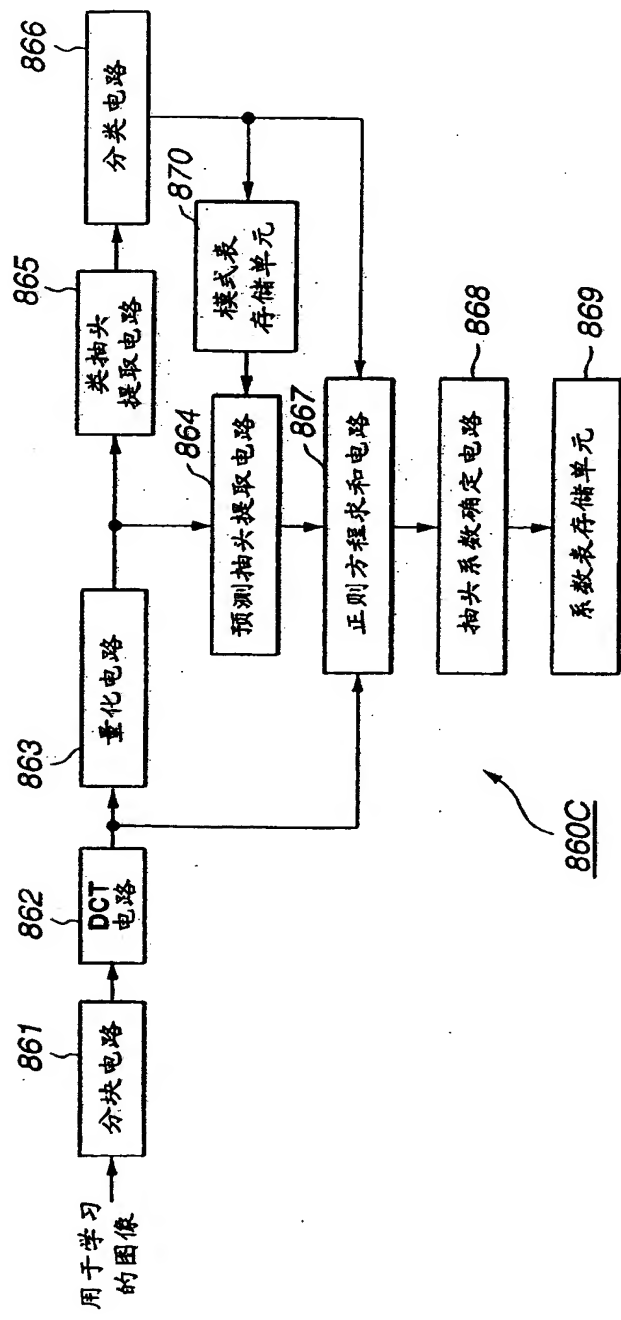


图 93

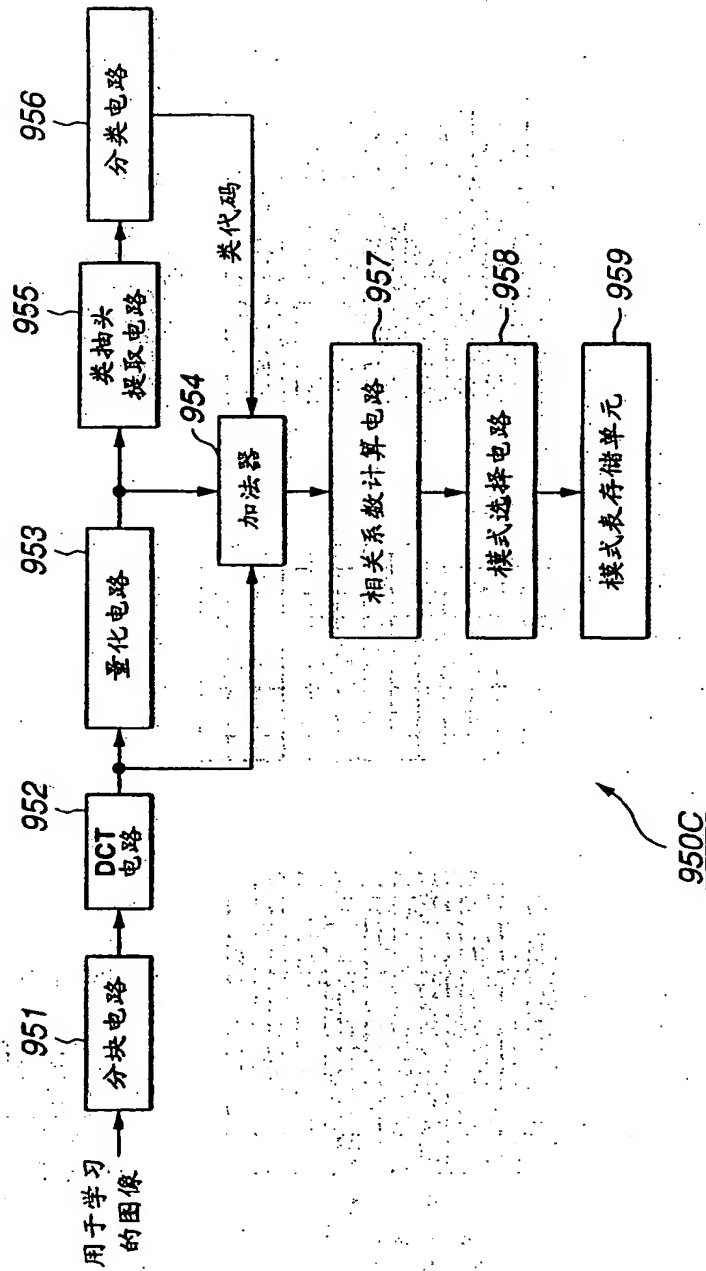


图 94

图 95A

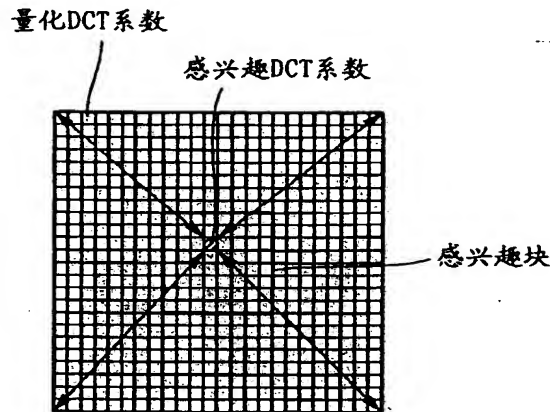


图 95B

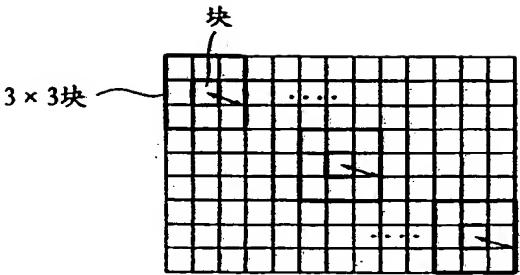
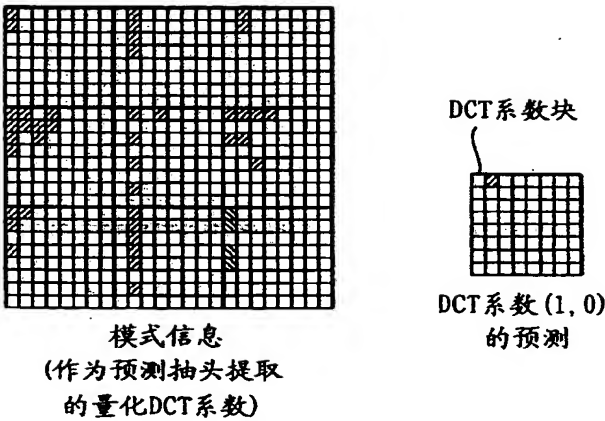


图 95C





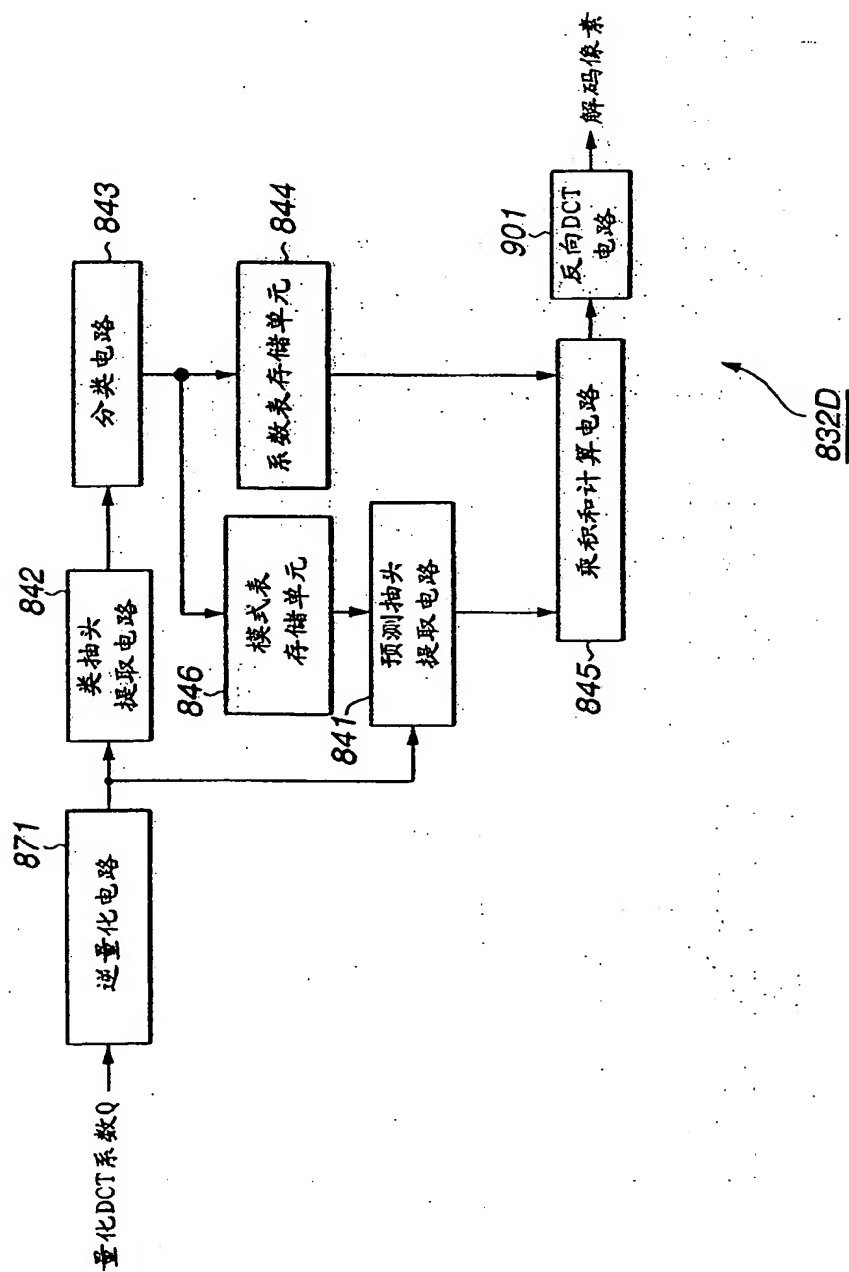


图 96

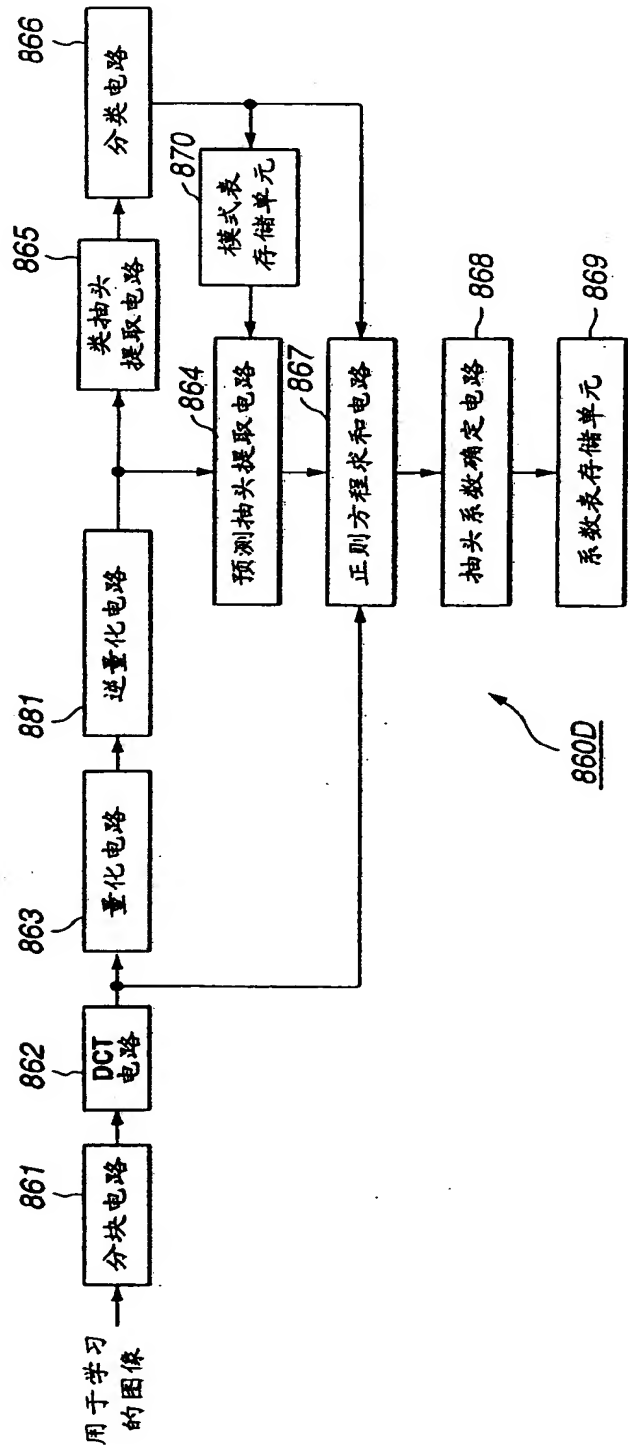


图 97

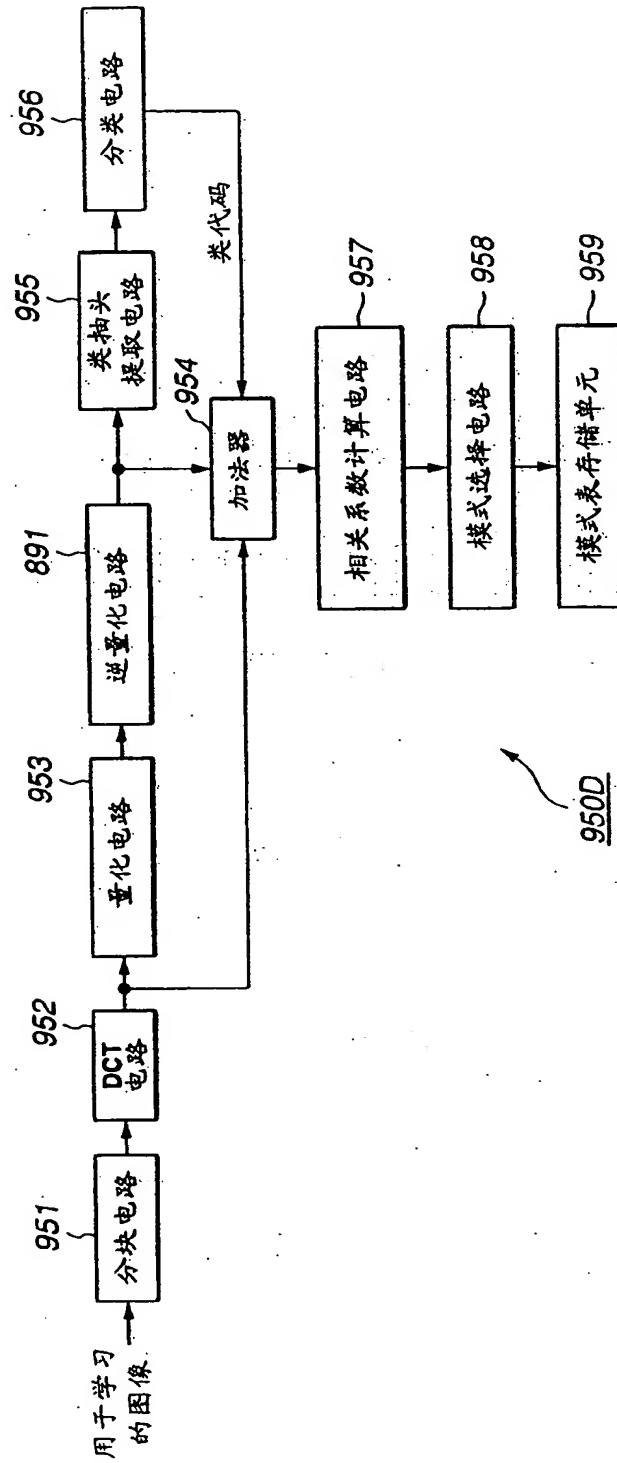


图 98

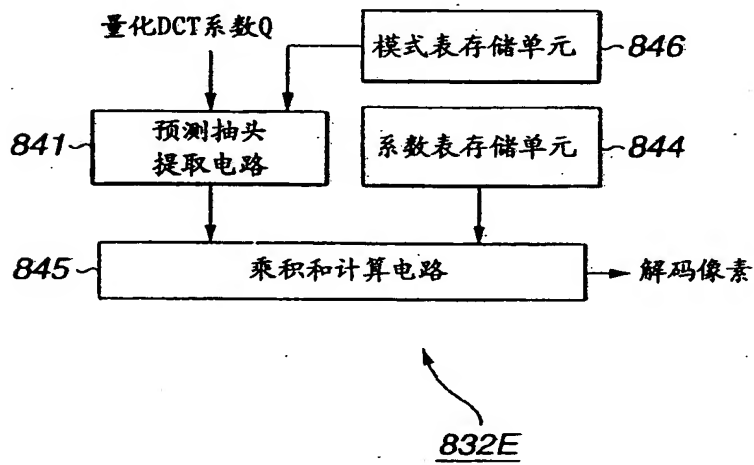


图 99

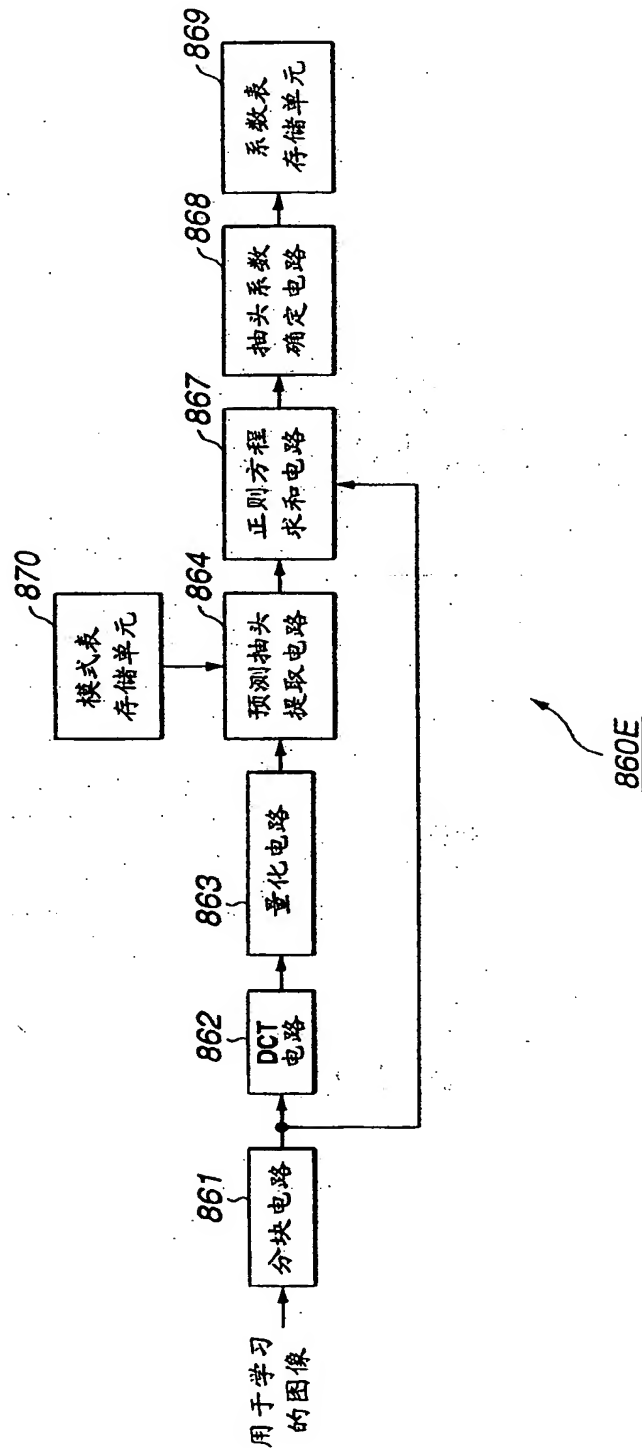


图 100

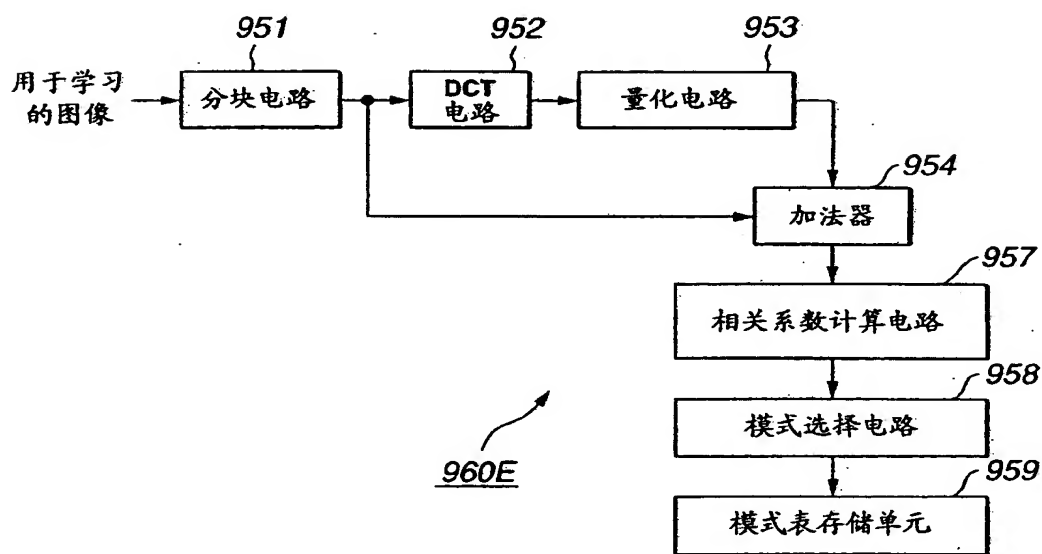


图 101

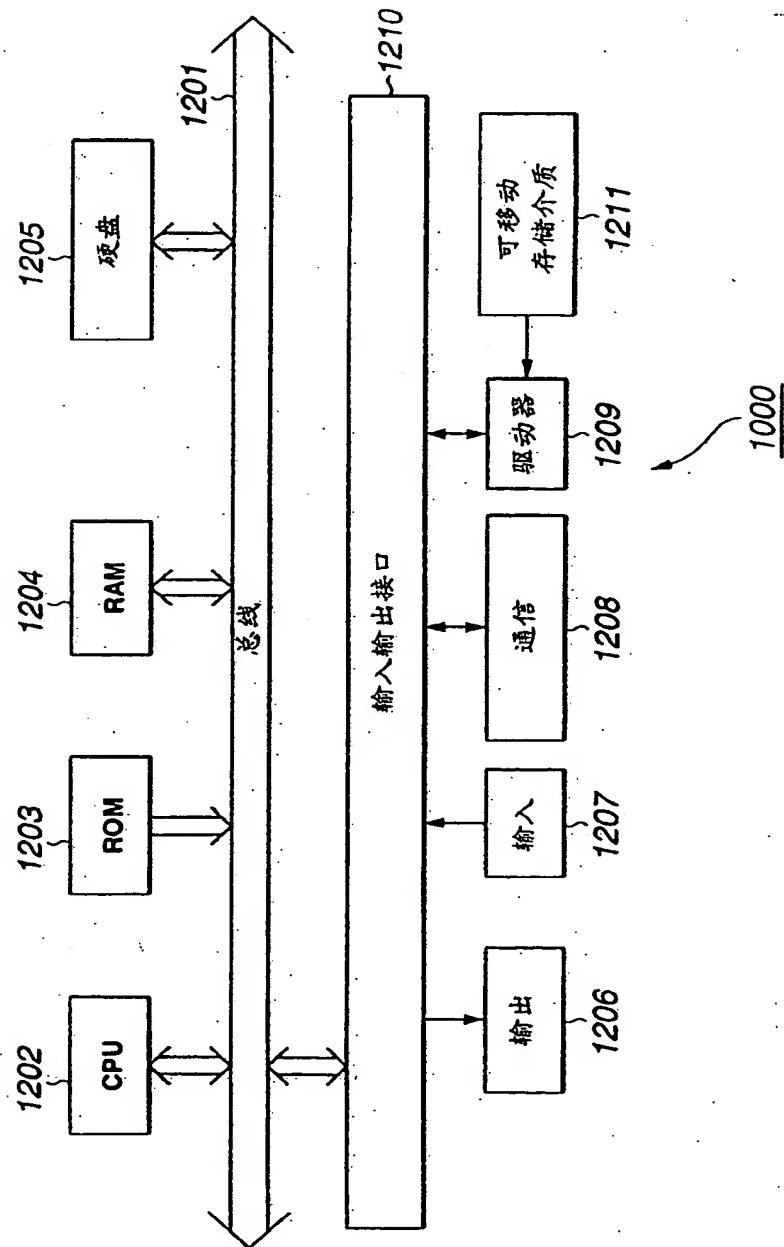


图 102

**This Page Blank (uspto)**



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant:

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☒ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

This Page Blank (uspto)